



**Universidade de
Aveiro**
2011

Departamento de Engenharia Civil

**Telmo Diogo Ferreira
Coutinho**

**MELHORIA DA GESTÃO DE SEGURANÇA EM
OBRAS FERROVIÁRIAS ATRAVÉS DO LEAN**



**Telmo Diogo Ferreira
Coutinho**

**MELHORIA DA GESTÃO DE SEGURANÇA EM
OBRAS FERROVIÁRIAS ATRAVÉS DO LEAN**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

O júri

Presidente

Professor Doutor Paulo Barreto Cachim

Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues (Orientadora)

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, em particular:

- à Professora Doutora Maria Fernanda Rodrigues, pela orientação, ensinamentos e sugestões valiosas, pela disponibilidade total e apoio prestado durante a realização deste trabalho, e pelo optimismo demonstrado nos momentos mais importantes e críticos;
- aos intervenientes da Soares da Costa, S.A. em especial ao Doutor João Pamplona, Doutora Vanda Graça e à Engenheira Rita Correia pelo seu constante apoio, energia e motivação no desenvolvimento desta dissertação.
- à minha família, em especial à minha Mãe, Olga Ferreira e ao meu Pai José Coutinho, á minha avó Maria do Carmo ao meu avô Silva Ferreira e ao meu tio João Pedro pelo constante apoio a todos os níveis.
- à Ângela Alemão pelo seu amor, toda a compreensão demonstrada, motivação e ajuda..
- a todos os meus amigos e colegas.

Palavras-chave

Lean Construction, Lean Thinking, planeamento, gestão da segurança e saúde no trabalho, obras ferroviárias, alta velocidade.

Resumo

Com as exigências do mundo actual e a necessidade das empresas serem cada vez mais competitivas, surge a necessidade destas optimizarem os seus meios e recursos, sem no entanto descuidarem a gestão da segurança e saúde no trabalho.

O presente texto propõe-se introduzir os princípios fundamentais e conceitos relativos ao Lean Construction, e aplicá-los à Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, num projecto de construção de uma obra de arte e de via-férrea de alta velocidade.

Para a implementação dos princípios Lean ao projecto referido, foi aplicado o sistema de planeamento Last Planner System, para se efectuar a análise das causas da não conclusão de actividades planeadas, e o Índice Percentual de Trabalho Realizado (PTR), um indicador de controlo de desempenho, ajustados à segurança no trabalho. Esta dissertação procura relevar a melhoria que pode ser alcançada, através da implementação dos princípios do Lean Construction, na gestão integrada da produção e da segurança no trabalho, no sector da construção, e em particular no referido projecto.

Keywords

Lean Construction, Lean Thinking, planning, management of safety and health at work, management of safety, safety control, railways, high speed.

,

Abstract

Given the demand of today's World and the need for companies to be ever competitive, there is an urge to optimize its means and resources without neglecting the management of health and safety at work.

This text presents the introduction of the fundamental principles and concepts regarding the Lean Construction system combined with a management of health and safety at work system.

In this project we applied the Last Planner system, analyzing the causes of the non-completion of planned activities, and the Percent Planned Complete (PPC), a performance control metric adjusted to the problems of security. This dissertation aims to reveal the improvements that can be obtained via the implementation of Lean Construction principles in integrated production management and safety at work, in the civil construction sector and in particular in the mentioned project.

Índice

Índice	i
Índice de figuras	iii
Índice de tabelas	v
1. Introdução	5
1.1. Enquadramento	5
1.2. Objectivos e metodologia	5
1.3. Estrutura da dissertação	6
2. <i>Lean</i>	11
2.1. Evolução	11
2.2. <i>Lean Thinking</i>	14
2.2.1. Definição dos princípios do pensamento <i>Lean</i>	15
2.2.2. Desperdício na produção	19
2.3. <i>Lean Construction</i>	21
2.3.1. Dificuldade de aplicação no sector da construção	22
2.3.2. Princípios e definições da <i>Lean Construction</i>	23
2.3.3. Teoria da transformação, fluxo e valor (TFV)	26
2.3.4. Fluxos existentes no sector da construção	28
2.3.5. Ferramentas aplicadas para se implementar os princípios <i>Lean</i>	29
2.4. Síntese	35
3. Segurança e saúde no trabalho	39
3.1. Introdução	39
3.2. Conceitos	39
3.3. Enquadramento legal	42
3.4. Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no trabalho	44
3.5. Infraestrutura ferroviária: normas e procedimentos de segurança no trabalho	46
3.6. Síntese	48
4. Caso de estudo	51
4.1. Introdução	51
4.2. Metodologia de recolha de dados	51
4.3. Justificação do caso de estudo	52
4.4. Objectivo	52
4.5. Identificação da empreitada	52

4.5.1.	Breve descrição da obra.....	53
4.6.	Caracterização da empreitada.....	56
4.7.	Organograma da empreitada.....	59
4.8.	Caracterização do lote 2	61
4.9.	Sistema de Gestão de Segurança previsto para o troço 2	64
5.	Implementação do <i>lean construction</i>	69
5.1.	Introdução	69
5.2.	Bases do modelo proposto	69
5.3.	Objectivo do modelo	71
5.4.	Desperdícios existentes.....	71
5.5.	Metodologia.....	74
5.5.1.	Comparação do <i>Lean construction</i> com a gestão tradicional	75
5.5.2.	Caracterização das ferramentas criadas	79
5.6.	Síntese.....	84
6.	Aplicação exploratória da metodologia	87
6.1.	Aplicação da metodologia proposta	87
6.1.1.	Obras de arte	87
6.1.2.	Caminho-de-ferro	97
6.2.	Síntese.....	108
7.	Conclusão	111
7.1.	Considerações finais	111
7.2.	Dificuldades sentidas.....	111
7.3.	Conclusões finais.....	112
7.4.	Trabalhos futuros.....	113
8.	Referências bibliográficas	117

Índice de figuras

Figura 1. Modelo simplificado para o TPS (Gonçalves, 2009)	12
Figura 2. Conceito Jidoka (Pereira, 2009)	13
Figura 3. Fluxos de construção (adaptado de Picchi, 2001)	28
Figura 4. Esquema do ciclo PDCA	34
Figura 5. Projecto de Alta velocidade troço Poceirão-Caia	53
Figura 6. Esquema do projecto	54
Figura 7. Estrutura contractual	55
Figura 8. Divisão por lotes	56
Figura 9. Organograma das principais entidades intervenientes na empreitada.....	59
Figura 10. Organograma do ACE coordenador	60
Figura 11. Perfil transversal tipo LC	62
Figura 12. Perfil transversal tipo LAV	62
Figura 13. Perfil transversal tipo LC e LAV	63
Figura 14. Etapas do ciclo <i>Seis Sigma</i>	70
Figura 15. Ciclo de desperdícios	73
Figura 16. Modelo de Definição de Actividade (Ballard, 1999)	76
Figura 17. Processo Tradicional de Planeamento (Ballard & Howell, 1997)	77
Figura 18. Processo Last Planner (Ballard & Howell, 1997)	77
Figura 19. Mapa de controlo semanal (adaptado de (Mendonça, 2009))	80
Figura 20. Mapa de controlo semanal – controlo e PTR (adaptado de (Mendonça, 2009))	83
Figura 21. Esboço da obra de arte	89
Figura 22. Planeamento do viaduto sobre a A6	91
Figura 23. Carril concebido por Charles Vignole (Fernave, 2003)	98
A – Cabeça, face superior do carril que é a mesa de rolamento ou vapor; B – Alma, parte vertical ligando a cabeça á patilha; C – Base inferior do carril que é alargada para oferecer resistência á alteração da inclinação transversal dos carris e que assenta sobre travessas.....	
Figura 24. Travessa monobloco para alta velocidade.....	98
Figura 25. Balastro granítico	99
Figura 26. Fixações do tipo SKL para betão (UPV, 2008).....	101
Figura 27. Eclissa para fixar as barretas	101

Figura 28. Utilização de eclissa.....	102
---------------------------------------	-----

Índice de tabelas

Tabela 1. Comparação entre os princípios do <i>Lean Thinking</i> (adaptado de Picchi, 2008).	17
Tabela 2. Comparação entre os princípios de Womack e Jones (1996) e os de Koskela (1992) (Gonçalves, 2009)	24
Tabela 3. A teoria da produção TFV (Koskela, 2000).	27
Tabela 4. Correspondência dos lotes ao grupo construtor	56
Tabela 5. Classes de betão a utilizar no viaduto sobre a A6	90
Tabela 6. Aço a utilizar no viaduto sobre a A6	91
Tabela 7. Numeração das actividades de construção civil	93
Tabela 8. Calendário de 2011 utilizado para os MCS	93
Tabela 9. Actividades a realizar no primeiro mês de obra (CC)	94
Tabela 10. Actividades a realizar no segundo mês de obra (CC).....	94
Tabela 11. Actividades a realizar no terceiro mês de obra (CC).....	94
Tabela 12. Actividades a realizar no quarto mês de obra (CC).....	94
Tabela 13. Actividades a realizar no quinto mês de obra (CC).....	95
Tabela 14. Numeração das actividades de construção ferroviária.....	104
Tabela 15. Actividades a realizar no primeiro mês de obra (CF).....	105
Tabela 16. Actividades a realizar no segundo mês de obra (CF)	106

Acrónimos

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Implementar e Controlar

EN – Euro Norma

EPI's – Equipamentos de Protecção Individual

GEO – Geológico

IET – Instrução de Exploração Técnica

IPACRD – Identificação dos Perigos, Apreciação do Risco e Definição de Controlo

IT – Instrução Técnica

ITGS – Instrução Técnica de Gestão de Segurança

JIT – *Just in Time*

LAV – Linha de Alta Velocidade

LC – Linha Convencional

LPS – *Last Planner System*

MCS – Mapa de Controlo Semanal

NP – Norma Portuguesa

OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Series*

PDCA (Plan- planear, Do - fazer, Check - verificar, Act - actuar)

PES – Procedimento Específico de Segurança

PEUC – Posto de Ultrapassagem e Estacionamento de Comboios

PIB's – Postos Intermédios de Banalização

PGS – Procedimentos de Gestão da Segurança

PSS – Plano de Segurança e Saúde

PTR – Índice Percentual de Trabalho Realizado

PK – Ponto Quilométrico

SGSST – Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho

SST – Segurança e Saúde no Trabalho

TFV – Transformação, Fluxo e Valor

TPM – *Total Productive Maintenance* (manutenção para a produtividade total)

TPS – *Toyota Production System*

WBS – *Work Breakdown Structure*

Capítulo 1
Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A segurança e saúde no trabalho, tem vindo a adquirir grande importância nos últimos anos. Em virtude da ocorrência de acidentes mortais e graves que foram acontecendo em Portugal e um pouco por todo o mundo, tem-se vindo a procurar novas estratégias no domínio da Gestão da Segurança e Saúde no trabalho, para evitar tais acontecimentos no futuro.

Nesta dissertação pretende-se aplicar ferramentas de optimização com base nos princípios *Lean* para se obterem melhorias na gestão da segurança na construção de intervenções em infra-estruturas ferroviárias.

1.2. Objectivos e metodologia

O objectivo deste trabalho é optimizar os sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho, através da aplicação de algumas ferramentas que visam implementar os princípios *Lean* nos projectos de infraestruturas ferroviárias.

Para se atingir este objectivo será estudado um projecto de construção de uma obra ferroviária, analisado o planeamento das actividades inerentes a esse projecto, efectuada a identificação de possíveis falhas que podem ocorrer no decurso da obra, com implicações na segurança, aplicando ferramentas que visam a implementação dos princípios Lean, para se verificar em que medida a sua implementação contribui para optimizar a gestão da produção de forma integrada com a da segurança no trabalho.

Efectuou-se ainda a análise:

- Da teoria subjacente ao pensamento *Lean*, para se examinar como se aplica à indústria transformadora e qual a possibilidade de aplicação prática ao sector da construção em Portugal.
- Dos sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho, com base na normalização actual, mais concretamente a Norma Portuguesa NP 4397:2008, que transpõe os conceitos definidos na OHSAS 18001: 2007 (Occupational Health and Safety Assessment Series).

- Do documento interno da *Refer* sobre normas e procedimentos de segurança em trabalhos na infra-estrutura ferroviária, mais especificamente a IET nº 77 (Instrução de Exploração Técnica), caracterizando as intervenções nestas infraestruturas e os acidentes de trabalho que mais probabilidade têm de ocorrer.

1.3.Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em oito capítulos.

O capítulo 1 intitula-se ‘Introdução’ e engloba o ‘enquadramento’, os ‘objectivos’, e o presente ponto a ‘estrutura da dissertação’.

O capítulo 2 ‘*Lean*’, contém os resultados da pesquisa bibliográfica efectuada, relativamente à origem, desenvolvimento, princípios e filosofias do *Lean thinking*, bem como a sua aplicação no sector da construção – *Lean construction*. Quanto a este é estudada a sua evolução, aplicabilidade no sector, princípios e filosofias e ferramentas de implementação nos fluxos de construção.

O capítulo 3 “Segurança e saúde no trabalho”, faz referência a conceitos, princípios gerais de prevenção, análise de riscos e sistemas de segurança e saúde no trabalho. Termina referindo as normas e procedimentos de segurança no trabalho aplicáveis pela *REFER*, nas intervenções ferroviárias.

O capítulo 4 “Caso de estudo”, faz referência à construção da linha de alta velocidade, caracterizando a obra e identificando o lote objecto de estudo. Apresenta-se o sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho a otimizar e melhorar.

O capítulo 5 “Implementação do *Lean construction*” descreve a metodologia para a implementação do *Lean Construction* numa nova obra e caracteriza as ferramentas criadas para a sua implementação. Compara, ainda, a gestão tradicional com a gestão aplicando os princípios do *Lean Construction*.

O capítulo 6 “Aplicação exploratória da metodologia” aplica a metodologia criada na construção de um viaduto e na montagem de via-férrea, do projecto objecto de estudo.

Efectua-se uma análise exploratória quanto a possíveis resultados da implementação da metodologia.

O capítulo 7 “Conclusão” resume-se as principais conclusões deste trabalho, mencionando algumas limitações da investigação e apresenta oportunidades de melhoria da metodologia apresentada, no futuro.

Por último, o capítulo 8 apresenta as “Referências bibliográficas”.

Como complemento da dissertação e, de forma a proporcionar informação mais detalhada, criaram-se 3 anexos que reúnem a seguinte informação: Anexo A – Obras de arte do lote 2 troço Poceirão/Caia; Anexo B – Mapas de Controlo Semanal Obra de Arte Viaduto sobre a A6; Anexo C – Mapas de Controlo Semanal construção de via de alta velocidade; Anexo D – Identificação dos Perigos e Riscos Obra de Arte; Anexo D – Identificação dos Perigos e Riscos Via-férrea.

Capítulo 2

Lean

2. LEAN

2.1.Evolução

O termo Lean foi introduzido por Womack, Jones e Roos (1990), com o livro “*The Machine That Changed The World*”, que se baseia num estudo das fábricas da indústria automóvel, Toyota. A Toyota aplicou a Lean Production, uma filosofia de gestão que tende a criar valor no cliente, melhorar as redes de fluxo de processos, tornando-as mais eficientes, eliminando desperdícios. Este conceito é denominado também como, Lean Thinking.

Após a segunda guerra mundial, o presidente da Toyota, Eiji Toyoda, e o engenheiro Taiichi Ohno, foram passar três meses ao complexo industrial da Ford, nos Estados Unidos, para estudarem os métodos Fordistas de produção e para compreenderem os elevados índices de produtividade dos trabalhadores americanos, em relação à dos orientais (Ohno, 1997). Tal discrepância de produtividade era explicada pela existência de perdas no sistema de produção. Com os ensinamentos obtidos, procederam à reestruturação da empresa através da implementação de um processo sistemático de reconhecimento e eliminação das perdas (Ghinato, 2000). O principal objectivo era reorganizar a fábrica japonesa e torná-la numa grande indústria de produção de veículos. Ohno e Toyoda apuraram que nem a produção em massa, nem a produção artesanal, se aplicariam à sua realidade (Chitla, 2003).

A produção artesanal utilizava trabalhadores altamente qualificados e formas e ferramentas simples, mas flexíveis para fazer estritamente aquilo que o cliente desejava, todavia com um preço elevado. A produção em massa não necessitava de um grau elevado de especialização da mão-de-obra, dado que a produção é intensamente assistida por máquinas, permitindo produzir grandes volumes de produtos standardizados. Era então necessário adaptar estas duas formas de produção e desenvolver um sistema novo com características diferentes (Womack, Jones, & Roos, 1990). Contrariamente à realidade da fábrica Ford, a Toyota tinha um capital reduzido, operando num país com condicionalismos geográficos e com poucos recursos. O novo sistema produtivo teria de reaver o mais depressa possível o dinheiro investido na produção de cada automóvel (Liker, 2004), produzindo apenas o essencialmente

necessário, distinguindo o conceito de como “fazer as coisas bem” e “fazer as coisas certas “. A solução passou pela implementação dum sistema de produção em fluxo, de tecnologias flexíveis, de processos à prova de erro, da organização por famílias de produtos para garantir variedade na produção (Fontanini, 2004). Criou-se assim o sistema de gestão *Toyota Production System* (TPS).

Taiichi Ohno, um dos criadores do TPS, entende como base de todo o TPS a eliminação do desperdício do sistema de produção, pois tudo o que não gera valor considera-se desperdício, logo tem de se suprimir o que não é rentável. Este sistema emprega nas linhas de montagem, dois pilares fundamentais da organização da produção: *Just in Time* (JIT) e Autonomia. O sucesso desta medida nas linhas de montagem deveu-se sobretudo à simplificação da matriz de manufatura, ao desenvolvimento de relações de fornecimento a longo prazo, que permitem uma entrega de peças *just-in-time*, e à mudança das práticas de trabalho ao nível do trabalho em equipa e do controlo da qualidade (Barlow, 1996; L Koskela, Howell, Zabelle, & Engineering, 1992). Na Figura 1 apresenta-se o sistema do TPS, que é constituído por várias ferramentas de gestão de processos num esquema chamado “A casa do TPS”.

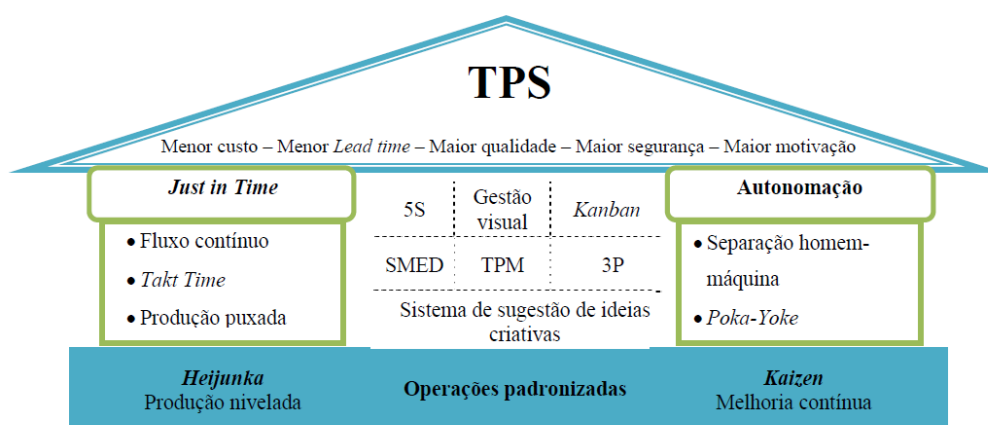


Figura 1. Modelo simplificado para o TPS (Gonçalves, 2009)

Just in Time é um sistema no qual a produção e movimentação de materiais ocorre à medida que estes são necessários - produto certo, no momento certo, nas quantidades certas (Pinto, 2008).

Automação, termo designado por jidoka em japonês, consiste na substituição de inteligência humana por máquinas automáticas, que funcionam sobre a monitorização e supervisão de um operário, de modo que, quando ocorre um problema, o equipamento é capaz de detectar o processamento de qualquer peça defeituosa e imediatamente parar a produção accionando o alarme (Figura 2). Isso permite a um único operário controlar várias máquinas sem correr risco de produzir grandes quantidades de peças defeituosas (JP Womack & DT Jones, 2003) . O processo de automação permite uma produção com qualidade, em que a intervenção humana é fundamental e possui um elevado nível de responsabilidade.



Figura 2. Conceito Jidoka (Pereira, 2009)

Este conceito baseia-se na melhoria contínua do processo produtivo, possibilitando parar a linha de produção para se averiguar a causa ou problema, até este ser resolvido. Actualmente, o TPS, é interpretado não como um misto de métodos e regras, mas como uma nova filosofia de produção, que procura otimizar a organização de forma a acompanhar as necessidades do cliente no menor prazo possível, com a maior qualidade e o menor custo, ao mesmo tempo que aumenta a segurança e a participação de todos os seus colaboradores (envolvendo e integrando não só a produção, mas todas as áreas da empresa) (Ghinato, 2000).

Em síntese, a gestão *Lean*, inicialmente virada para a indústria de produção em série, foi-se propagando para satisfazer as necessidades cada vez mais complexas do mercado. Todas as empresas têm a necessidade de se adaptar, podendo aplicar o *Lean* em seu

benefício. Assim, a gestão com recurso a princípios *Lean*, possibilita que um produto ou serviço esteja adaptado à procura actual, utilizando um número mínimo de recursos, obtendo uma redução de custos, satisfazendo as necessidades do cliente e dando uma resposta rápida e eficiente. O factor qualidade é decisivo na redução dos custos, uma vez que tem o objectivo de “fazer bem à primeira”, eliminando-se custos acrescidos do produto e as actividades que não geram valor para esse mesmo produto.

2.2. *Lean Thinking*

A designação *Lean Thinking* ou “pensamento magro”, foi usada como conceito de gestão empresarial, pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996) quando da publicação da obra “*Lean Thinking*”, onde introduziram o termo *Lean Production* e estabeleceram as bases da filosofia proposta. Desde então, o termo é mundialmente aplicado por se referir à filosofia de gestão que tem por objectivo a criação de valor.

Esta filosofia aperfeiçoou-se e em comparação com a produção em massa, utiliza:

“...metade dos esforços dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Também requer menos de metade do inventário no local, resulta num menor número de defeitos e produz uma maior e sempre crescente variedade de produtos” (Womack, Jones, & Roos, 2007).

O objectivo primordial da *Lean* visa a implementação de sistemas de gestão que reduzam as perdas. A melhor maneira de alcançar estes objectivos, é estimular o *Lean Thinking* na hierarquia estrutural organizativa das empresas de modo a que todos os trabalhadores estejam motivados com um propósito comum.

Para uma melhor optimização do trabalho é essencial que os trabalhadores interiorizem conceitos e que os apliquem acrescentando valor ao processo de fabricação dos produtos, obter o que é necessário, no lugar certo, na hora certa, na quantidade correcta (necessária e suficiente) para alcançar um perfeito fluxo de trabalho e simultaneamente minimizar desperdícios, ser flexível e capaz de se adaptar a novas situações.

Igualmente, a gestão *Lean* pretende que um produto esteja disponível com qualidade, utilizando uma quantidade mínima de recursos, menores custos e que tenha grande capacidade de resposta. Para tal, é essencial operar com o mínimo possível de actividades, eliminando aquelas que não acrescentam valor, ou seja, as que são vistas como geradoras de desperdício. Para além disso é necessário que o sistema apresente flexibilidade, isto é, que esteja em sintonia em todo o momento com o tipo e volume de produção requisitado pela procura, de forma a corresponder com um produto ou serviço que é mais rápido, mais apropriado e menos dispendioso (Womack, et al., 1990)

2.2.1. Definição dos princípios do pensamento *Lean*

Os autores Womack & Jones (2003) ao analisarem a implementação de melhorias introduzidas pelo TPS acabaram por propôr, como princípios do *Lean Thinking*.

1. Especificar o **Valor** de cada produto – que é o primeiro passo para a aplicação de todos os outros conceitos *Lean*. Definido pela perspectiva do cliente ou consumidor final, é significativo quando expresso em termos de produto específico que vai ao encontro das suas necessidades com determinado preço e num determinado tempo. Existem ideias distorcidas de Valor, causadas pelo poder das organizações e pela tecnologia existente. Assim, quando o mercado não responde bem ao produto, geralmente é ajustado o preço, ao invés de se analisar e repensar os conceitos mal definidos do que realmente é Valor para o cliente, uma vez que fornecer da melhor maneira o produto errado é uma fonte de desperdício.

2. Identificar a **Corrente de Valor** para cada produto – a corrente de valor é o conjunto de todas actividades específicas requeridas para produzir determinado produto (bens e/ou serviços) através das três tarefas críticas de gestão:

- Resolução de problemas - Passando pela concepção, projecto e produção;
- Gestão de informação - Desde a recepção do pedido à entrega final do produto;
- Transformação física - Desde a lista de materiais até ao produto acabado nas mãos do cliente.

Através da análise da cadeia de valor tem-se a percepção de que muitas etapas criam valor de forma ambígua, algumas não agregam valor ao produto mas são inevitáveis

devido aos meios usados para a sua produção, e que muitas outras não agregam valor e podem ser evitadas. Womack & Jones (2003) propõem que a cadeia de valor seja analisada de forma global, ou seja, abrangendo todos os agentes desta.

3. Fazer o **Fluxo de Valor** ocorrer sem interrupções – identificada a cadeia de valor dos produtos da empresa e eliminados os desperdícios inerentes, a fase seguinte é criar um fluxo com as etapas seleccionadas. Criar um fluxo contínuo é das tarefas mais difíceis de concretizar por ensinar o contrário do intuitivo, ou seja, que a produção em fluxo contínuo é mais eficiente que a produção com *stocks*, pois elimina enormes desperdícios ao trabalhar-se continuamente no produto, desde a matéria-prima ao produto final (Junqueira, 2006). O fluxo está focalizado em processos, pessoas e culturas, por isso a alternativa *Lean* é redefinir as funções, os departamentos e a própria empresa.

4. Deixar o **Cliente Puxar** o valor do produto – produzir somente quando é efectuado o pedido pelo cliente, ao contrário da produção empurrada que resulta em grandes *stocks*. Este princípio resulta quando o cliente tem confiança na prontidão da entrega do produto quando o requer, tornando a procura estável. O primeiro sinal visível da produção puxada é a drástica diminuição de tempo, desde a concepção e lançamento do produto à venda e entrega, e desde a matéria-prima ao cliente;

5. Perseguir a **Perfeição** (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em aprovisionamento). – após especificar valor na perspectiva do cliente, identificar a cadeia de valor e estabelecer um fluxo contínuo de processos e deixar o cliente puxar o produto. A constatação de redução de prazos, custos, espaço, esforço e erros, estimula o desejo de melhoria contínua e a busca pela perfeição. Os quatro princípios anteriores interagem entre si num ciclo, fazendo o valor fluir cada vez mais rápido à medida que se vão eliminando os desperdícios.

Outros autores estudaram e generalizaram os princípios do *Lean Thinking*, mas não de forma tão completa como Womack & Jones (2003). Na Tabela 1 apresentam-se os princípios *Lean* destes dois autores comparados com os de Fujimoto e de Spear e Bowen (Picchi, 2008).

Tabela 1. Comparação entre os princípios do *Lean Thinking* (adaptado de Picchi, 2008).

Womack e Jones (1998)	Spear e Bowen (1999)	Fujimoto (1999)
Valor		
Cadeia de valor		
Fluxo	Caminho Trabalho	Capacidade de manufatura padronizada
Puxar	Conexões	
Perfeição	Melhorias	Capacidade de aprendizagem padronizada Capacidade de aprendizagem evolutiva

Spear e Bowen (1999) citado por Picchi (2008) estudaram empresas americanas que usaram ferramentas TPS sem o sucesso japonês, levando-os a procurar as causas que originaram esse insucesso. No seguimento deste trabalho identificaram quatro “regras” para se alcançarem bons resultados:

Caminho – para todo o produto ou serviço, deve ser simples e directo;

Trabalho – deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, ritmo e saídas;

Conexões – todas as comunicações devem ser directas e sem ambiguidades;

Melhorias – devem ser feitas usando um método científico, mesmo nos níveis hierárquicos mais baixos da organização.

Fujimoto, citado por Picchi (2008), estudou o TPS do ponto de vista evolutivo, analisando o essencial das ferramentas do sistema, e identificou três níveis de capacidades da empresa que explicam e mantêm o alto desempenho e a melhoria contínua, que designou por:

Capacidade de manufatura padronizada – forma padronizada de realizar actividades em todos os processos da empresa;

Capacidade de aprendizagem padronizada – rotinas para a identificação e solução de problemas e retenção da solução;

Capacidade de aprendizagem evolutiva – aprendizagem intencional e oportunista de lidar com mudanças e construir as capacidades padronizadas de processos.

Koskela (2000), citado por Picchi (2008) descreve os conceitos de Valor, Fluxo e Transformação, que se estudam de seguida, em que os dois primeiros foram abrangidos explicitamente pelos cinco princípios de Womack & Jones (2003) e o último foi alvo de diversas críticas de autores ligados ao *Lean Thinking*. Estas críticas ocorreram quando

este defendeu a busca de optimizações pontuais sem relação com melhorias no fluxo (Gonçalves, 2009).

Segundo Liker (2004), a organização assume um papel preponderante e deve ser examinada e testada de forma a melhorá-la. Incorpora as técnicas da *Lean production* com os aspectos estratégicos de pensamento em larga escala, apresentando 14 princípios a que chama *the toyota way* :

- 1) Fundamentar as decisões de gestão numa filosofia a longo prazo;
- 2) Criar um fluxo de processo contínuo de forma a trazer os problemas à superfície;
- 3) Utilizar sistemas *pull* de forma a evitar a sobreprodução;
- 4) Nivelar a carga de trabalho e eliminar desequilíbrios na calendarização da produção;
- 5) Criar uma cultura de paragem para resolução dos problemas, de forma a conseguir o nível correcto de qualidade, logo à primeira;
- 6) Considerar que as tarefas padrão/*standard* são a base para a melhoria contínua e para a tomada de decisões por parte dos funcionários;
- 7) Utilizar controlo visual para identificar problemas;
- 8) Utilizar somente tecnologia fiável, intensamente testada que sirva as pessoas e os processos;
- 9) Desenvolver líderes que compreendam inteiramente o trabalho, vivam a filosofia e que a ensinem aos outros;
- 10) Desenvolver pessoas excepcionais e equipas que sigam a filosofia da empresa;
- 11) Respeitar a extensa rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorarem;
- 12) Ir e ver, pessoalmente, o estado do processo de forma a compreendê-lo;
- 13) Tomar decisões de forma progressiva através de consenso, considerando integralmente todas as opções e implementando-as depois rapidamente;
- 14) Tornar a aprendizagem intrínseca à organização através de reflexão persistente e de melhoria contínua.

Contudo, é necessário salientar que *Lean* consiste em desenvolver princípios correctos, para uma organização específica, e praticá-los de forma diligente para alcançar um elevado desempenho que acrescente valor aos clientes e à sociedade. Isto significa obviamente ser competitivo e rentável.

2.2.2. Desperdício na produção

Segundo a perspectiva *Lean*, os produtos são produzidos de forma a fornecer o máximo valor aos seus compradores ou utilizadores. Os clientes, quer externos quer internos, estão apenas interessados no valor dos produtos que lhe chegam, e não na quantidade de esforço que a organização emprega na sua produção.

Lean promove a forma de fazer mais por menos (materiais, pessoas, tempo e espaços), aproximando mais o produto dos desejos do consumidor. Este torna o trabalho mais satisfatório ao fornecer *feedback* imediato dos esforços de transformar desperdício em valor (JP Womack & DT Jones, 2003).

Os sistemas de produção são desenhados para alcançar os objectivos tanto dos clientes como dos produtores. E os produtores, enquanto detentores dos sistemas de produção, têm que ter objectivos uniformes com a pretensão de maximizar o valor e minimizar o desperdício (G. Ballard, Koskela, Howell, & Zabelle, 2001), mantendo a qualidade exigida e tornando o sistema aberto à mudança para melhorar continuamente.

Assim, a produção segue no sentido do conceito *Muda*, expressão japonesa que significa desperdício, ou seja, actividade que consome recursos e não acrescenta valor (Pinto, 2008). As formas de desperdício identificadas por Ohno (1988), as quais são indicadas como sendo responsáveis por 95% do total de custos dos ambientes *no-Lean*, são:

1. ***Sobreprodução*** – Significa produzir mais que aquilo que o cliente pede, ou demasiado cedo. Este princípio advém da definição de sistema *pull*: produzir somente quando o cliente encomenda. Tudo o que for produzido para além disso empata valor de mão-de-obra e de recursos materiais que de outra forma poderiam estar a responder a outros pedidos de clientes. Também causa o prolongamento das precedências criando a necessidade de ter inventários.

2. ***Espera*** – Inclui espera por material, por informação, por equipamento, por ferramentas, etc. *Lean* exige que todos os recursos sejam fornecidos numa base *just-in-time* – nem muito cedo, nem muito tarde.

3. ***Transporte e movimento excessivo*** – O material deve ser entregue no ponto de utilização. Em vez das matérias-primas serem enviadas pelo fornecedor para um local de recolha, posteriormente processados, levados para o armazém, e finalmente transportadas para a linha de montagem, a filosofia *Lean* defende que o material deve ser enviado directamente para o local onde será utilizado para a produção/montagem. Movimentações desnecessárias são fruto de um fluxo de trabalho pobre, de uma má organização da zona de trabalho ou de métodos inconsistentes de trabalho.

4. ***Processamento que não acrescenta valor*** – Como exemplo mais comum temos o trabalho que tem que ser refeito (o produto ou o serviço não foi executado correctamente à primeira). Outros exemplos são a necessidade de reparar ou retocar elementos do produto (os elementos do produto devem ser produzidos sem imperfeições, com o “*design*” adequado e com ferramentas de manutenção) e a inspecção (as peças devem ser produzidas através de técnicas de controlo estatístico para minimizar ou mesmo eliminar a necessidade de fiscalização). Para detectar os passos do processo de produção que não acrescentam valor recomenda-se o recurso à técnica de Mapeamento da Corrente de Valor.

5. ***Excesso de inventário*** – Está relacionado com a sobreprodução, e significa, ter inventário para além do necessário, para satisfazer as exigências dos clientes, tendo um impacto negativo no fluxo de caixa e utilizando espaço valioso.

6. ***Defeitos*** – Defeitos na produção ou em serviços, provoca desperdício material segundo quatro formas: os materiais são consumidos, a mão-de-obra utilizada não é recuperável, é novamente requisitada para repetir/corrigir o trabalho, e é necessário utilizar recursos sobretudo humanos, para responder a qualquer queixa futura por parte do cliente;

7. Potencial humano não utilizado – Inclui subutilização mental, criativa e física de faculdades e habilitações. Num ambiente não *Lean* apenas se reconhece a subutilização de atributos físicos. Algumas das causas mais comuns para este tipo de desperdício são: fraco fluxo de trabalho, cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, formação fraca ou inexistente, e fraca rentabilização dos colaboradores.

Outra forma de desperdício identificado por Koskela (2004):

Making-do – refere-se a situações em que uma actividade é iniciada sem estarem disponíveis todos os *inputs* necessários para a sua eficaz conclusão, tais como o material, ferramentas, mão-de-obra, condições externas, instruções, etc. Pode ser eliminado através dum sistema estruturado de planeamento de execução de curto prazo, tal como o *Last Planner System*.

2.3. Lean Construction

A construção é uma arte milenar estando a sua cultura e métodos enraizados em períodos anteriores à análise científica. Contudo, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, têm surgido várias iniciativas no sentido de entender a construção e os seus problemas, para se conseguir desenvolver soluções e melhorar métodos. Podem-se reconhecer iniciativas estratégicas tais como a industrialização, a computação integrada na construção e a gestão total da qualidade, bem como iniciativas tácticas e operacionais como é o caso das ferramentas de planeamento e controlo, dos métodos organizacionais, factores de sucesso do projecto e os métodos de melhoria da produtividade (L Koskela, et al., 1992).

Como é conhecido, os problemas da construção estão assentes: na baixa produtividade, na falta de segurança, nas fracas condições de trabalho e em níveis de qualidade insuficiente. Várias soluções apresentadas para minimizar esses problemas tiveram como referência a industrialização (pré-fabricação e modularização), a integração computadorizada e a autonomia (L Koskela, 1997).

Outra referência da indústria da manufactura exportada para o sector da construção, foi o sistema de gestão *Lean*, devido ao reconhecimento dos ganhos obtidos pela sua aplicação na indústria. Desta forma, surgiram estudos sobre a aplicabilidade da *Lean*

Production na construção – *Lean Construction* – sistema ainda pouco conhecido no meio mas que vai ganhando cada vez mais adeptos.

O *Lean Construction* é exactamente a aplicação da cultura *Lean* por parte do sector da construção, que devido à sua especificidade, tem que evoluir com base nos princípios do *Lean*, para novas filosofias que respondam às suas particularidades. Desta forma, tem-se vindo a incorporar nesta filosofia novas vertentes, tais como os processos construtivos, a gestão da conversação e a aprendizagem contínua ao longo da vida. A aplicação da filosofia da *Lean Production* na construção foi lançada pelo trabalho de Lauri Koskela (1992). Este levou sobretudo a que a comunidade de gestão da construção considerasse os aspectos das permutas entre tempo, custo e qualidade que estavam estabelecidos de forma inadequada. Para além disso, sublinhava a importância do fluxo do processo de produção, bem como a conversão de inputs em produto acabado (outputs). Todos estes aspectos são elementos importantes para a criação de valor ao longo da vida do projecto.

O próprio processo construtivo é um tipo de produção em que se realiza a gestão de projectos, e tal como o sistema *Lean Production*, o *Lean Construction* focaliza-se na entrega de valor de forma viável e rápida para o cliente, e estimula a convicção nas relações de permuta entre tempo, custo e qualidade (Peneirol, 2007).

2.3.1. Dificuldade de aplicação no sector da construção

É unânime que o sector da construção é bastante diferenciado e complexo, envolvendo diversos agentes e etapas. Segundo Lauri Koskela (1992) existem no sector da construção, três particularidades que contribuem para a dificuldade de aplicação do *Lean Thinking* a este sector:

- Natureza específica de cada projecto – cada construção é única;
- Produção afectada pelo local e em torno do produto;
- Multi-organização de diversas especialidades de carácter temporário.

A especificidade do produto provém do facto de, na maioria dos casos, a produção estar fundamentada num projecto, tendo como fim um determinado cliente. A produção afectada pelo local e em torno do produto significa que esta produz um produto fixo, de grande escala, num determinado lugar, sujeitando-se a condições inerentes à própria

localização. A multi-organização temporária com diversos intervenientes enquadra-se numa cadeia de fornecimento de produtos e serviços, diversificada e fragmentada de acordo com a pluralidade de especialidades. Apesar de tais particularidades serem comuns noutras indústrias, é justamente na construção, que se verifica a singular junção de todas elas (G. Ballard & Howell, 1998).

A associação do produto a um determinado sítio é a dificuldade que oferece a maior incerteza e diferenciação. Os requisitos do produto e dos processos de produção dependem de inúmeros factores variáveis de lugar para lugar: o tipo de solo; a acção sísmica; os ventos e as acções agressivas dos agentes naturais; as restrições físicas das proximidades; a aplicação de códigos e de legislação específica, os períodos de requisição e de aprovação, o clima da região, entre outros. O conceito de produção no estaleiro tem subjacente uma série de características intrínsecas: o local é um recurso necessário à produção, é preciso planear, contratar e montar infra-estruturas no estaleiro e o espaço necessário à produção tem que ser coordenado pois a produção ocorre em torno do produto (L Koskela, 2000).

A construção tem várias características particulares tornando-a complexa, tais como a imobilidade, a complexidade, o ciclo de vida longo, a grande intensidade de capital envolvido, a singularidade de objectos que são desenvolvidos num contexto institucional e económico-social específico. A indústria da construção também se diferencia por ter grande fragmentação, grande variedade de empresas, de diversos tamanhos e especialização e um trabalho demasiado entregue à casualidade (Vrijhoef & Koskela, 2005).

2.3.2. Princípios e definições da *Lean Construction*

O processo da construção é por si só um tipo específico de produção. A *Lean Construction* é um sistema de produção, de realização e gestão de projecto que releva a entrega de valor de forma fiável e rápida, que assenta, tal como a Lean Production, na convicção das relações de permuta, como já se referiu anteriormente.

Em 1992, Lauri Koskela apresentou onze princípios para o projecto e melhoria de fluxo de processo, que têm servido de base para diversos trabalhos sobre *Lean Construction*,

semelhantes aos com os cinco princípios de Womack e Jones apresentados em 1996 (Tabela 2) (Gonçalves, 2009).

Tabela 2. Comparação entre os princípios de Womack e Jones (1996) e os de Koskela (1992) (Gonçalves, 2009)

Princípios de Lean Thinking Womack & Jones (1998)	Princípios de Lean Construction de Koskela (1992)	
	Nível 1	Nível 2
Valor	Aumentar o valor do produto através da consideração dos requisitos dos clientes	
	Reduzir o tempo de ciclo	
Cadeia de valor	Reduzir a parcela de actividades que não agregam valor	Simplificar através da redução de passos, partes e ligações
		Focar o controlo no processo global
		Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas
Fluxo		Reduzir a variabilidade
		Aumentar a transparência do processo
Puxar	Aumentar a flexibilidade do resultado final	
Perfeição	Introduzir a melhoria continua no processo	Fazer <i>Benchmarking</i>

Assim, os princípios do *Lean Thinking* Womack e Jones (1998) aplicáveis à *Lean Construction*, são:

Aumentar o valor final através da consideração dos requisitos dos clientes – É necessário identificar e clarificar as exigências dos clientes, pois o cumprimento dos requisitos, gera valor.

Reduzir tempos de ciclo – Tende a reduzir o tempo necessário para que uma peça atravessasse um fluxo, o que compreende a soma dos tempos de processamento, espera, transporte e inspecção, sendo que, para a sua redução, é necessário diminuir as três últimas parcelas (L Koskela, 2000). Esta redução pode ser

conseguida também, através da eliminação de inventário e descentralização na hierarquia organizacional (Peneirol, 2007).

Reduzir o número de actividades que não geram valor – compreende a eliminação de desperdício. Este princípio não pode ser aplicado de forma simplista, pois existem actividades que não criam valor para o cliente final, mas sim para o cliente interno, como o planeamento, a contabilidade, a prevenção de acidentes. A maior parte dos princípios apresentados têm por objectivo a supressão de desperdícios (L Koskela, 2000).

Simplificar através da redução do número de passos, partes e ligações – A simplificação pode ser realizada, eliminando as tarefas que não agregam valor, reconfigurando os passos ou partes do processo. Existem várias formas de simplificar o processo de produção, como o uso de elementos pré-fabricados, equipas polivalentes, planeamento eficaz do processo.

Focar o controlo de todo o processo – A optimização do fluxo total de trabalho é alcançada através da permissão de controlo do processo por parte de equipas autónomas e pelo acordo estabelecido de cooperação a longo prazo com os fornecedores (Peneirol, 2007).

Balancear as melhorias de fluxo com as melhorias no processo de conversão – Um fluxo aperfeiçoado requer um menor investimento de equipamento e assim permite controlar a implementação de tecnologia de conversão de forma mais fácil.

Reduzir a variabilidade – A variabilidade aumenta a quantidade de actividades que não acrescentam valor, tornando os produtos não homogéneos sendo pior para o cliente.

Aumentar a transparência do processo – Facilita o controlo de erros e aumenta a motivação para melhorias.

Aumentar a flexibilidade do resultado final – À primeira vista isto parece contraditório com a simplificação do número de passos, partes e ligações. Na realidade podem ser complementares. O projecto de produtos ou componentes modulares pode ser combinado com a redução do tempo dos ciclos e maior transparência (L Koskela, et al., 1992) podendo-se conseguir através da modulação do produto, da redução da dificuldade de redefinição e do treino de uma equipa multi-especializada (Peneirol, 2007).

Melhorar continuamente o processo – Os esforços para a redução do desperdício e o aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua nas empresas. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos (L Koskela, 2000).

Benchmark – Consiste num processo de aprendizagem, a partir das práticas adoptadas noutras empresas, consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos (Isatto, Formoso, De Cesare, Hirota, & Alves, 2000).

De acordo com Chitla (2003), a *Lean Construction* tem as seguintes características:

- a) Conjunto claro e definido de objectivos para o processo de fornecimento, com bom entendimento das necessidades e requisitos do cliente.
- b) Equipas de desenho de produto e de processo a funcionar em forma cruzada e concorrencial para fornecer mais valor – potencia a interacção positiva.
- c) Altera o trabalho ao longo da cadeia de fornecimento de forma a reduzir a variação adaptando a quantidade e conteúdo do trabalho.
- d) Estrutura o trabalho em todo o processo para aumentar o valor e reduzir o desperdício ao nível da execução do projecto, desenvolvendo esforços para melhorar o desempenho ao nível do planeamento e ao nível da execução do projecto.

Repetidamente acentua-se que a implementação da *Lean Production* na construção não exige que se transforme esta, numa produção padronizada, ou seja, não se exige a aplicação explícita das ferramentas *Lean* desenhadas para a manufactura. Para além destes princípios iniciais, está o desenvolvimento de novos princípios que permitam perseguir a meta *Lean*, segundo as características específicas da indústria da construção. A implementação *Lean* implica a adopção da perspectiva da construção como “sistema de produção enquanto projecto” (G. Ballard & Howell, 1998).

2.3.3. Teoria da transformação, fluxo e valor (TFV)

Segundo Koskela (2000) a construção deve assentar não só como processo de transformação, mas também em termos de fluxo de trabalho e criação de valor. Assim, estão lançadas as bases para uma teoria de produção e da demonstração do seu uso na

construção, apelidada como teoria de produção TFF – acrónimo de Transformação, Fluxo e Valor cuja síntese se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3. A teoria da produção TFF (Koskela, 2000).

Visão do/a:	Transformação	Fluxo	Criação de Valor
Conceptualização da produção	Como uma transformação de inputs em outputs	Como um fluxo de material, que inclui transformação, inspecção, movimentação e espera	Como um processo onde o valor para o cliente é alcançado através do cumprimento dos requisitos
Princípio fundamental	Conseguir que a produção seja realizada eficientemente	Eliminação do desperdício (actividades que não geram valor)	Eliminação da perda de valor (alcançar valor em relação ao melhor possível)
Princípios associados	Decomposição das tarefas de produção Minimização dos custos das tarefas decompostas	Comprimir o tempo de produção Reduzir a variabilidade Simplificação Aumento de transparência Aumento de flexibilidade	Assegurar que todos os requisitos são entendidos Assegurar o cumprimento dos requisitos do cliente Ter em consideração os requisitos em todas as concretizações Assegurar a capacidade do sistema de produção Medir o valor
Métodos e Práticas	Work breakdown structure Mapa de aprovisionamentos Mapa de responsabilidade Organizacional	Fluxo contínuo, produção pull, melhoria contínua	Métodos para recolha de requisitos Quality Function Deployment
Contribuição prática	Ter em conta o que tem de ser feito	Fazer com que o que é desnecessário seja feito o menos possível	Fazer com que os requisitos do cliente sejam alcançados da melhor forma possível
Nome sugerido para aplicação da visão	Gestão de Actividades	Gestão de Fluxo	Gestão de Valor

Esta teoria é apresentada por ter três tipos de visão (T, F e V), no projecto, no dimensionamento, no controlo e na melhoria da produção. A gestão da transformação baseia-se na gestão de contratos, estabelecimento de normas ou parâmetros e processos de qualidade e segurança, que frequentemente conduzem àquilo que pode ser interpretado como um aumento na produtividade, mas que na realidade é apenas uma dissimulação. Atendendo ao imenso volume de contratos que a construção envolve é fundamental que esta gestão exista, sendo no entanto, insuficiente para abranger toda a complexidade e dinamismo do projecto.

A gestão do fluxo introduz novas ferramentas de gestão, sendo a mais importante o aumento de cooperação ao longo da cadeia de abastecimento. Simboliza não só a cooperação entre o empreiteiro geral e os subcontratados mas também, entre produtores e fornecedores de materiais de construção.

Finalmente, a criação de valor ou a gestão do valor, é a mais difícil de caracterizar, pela dificuldade na especificação do que é efectivamente o valor. Deverá ser a mais proeminente nas primeiras fases do projecto (definição, desenho e dimensionamento) (Bertelsen & Koskela, 2002).

2.3.4. Fluxos existentes no sector da construção

Para facilitar a gestão do sector da construção, Womack (2000) define ferramentas e princípios em forma de fluxos, citando 3 fluxos possíveis, cujo conhecimento é necessário para a aplicação do *Lean* à construção:

- Projecto – da concepção até aos consumidores;
- Construção – do pedido à entrega, combinando o fluxo de informação e o fluxo físico da matéria-prima;
- Sustentabilidade – utilização ao longo do ciclo de vida até à demolição.

Picchi (2001) atendendo à interacção dos diversos agentes do sector, apontou como necessário adaptar os 5 fluxos, representados na Figura 3 que se descrevem de seguida.

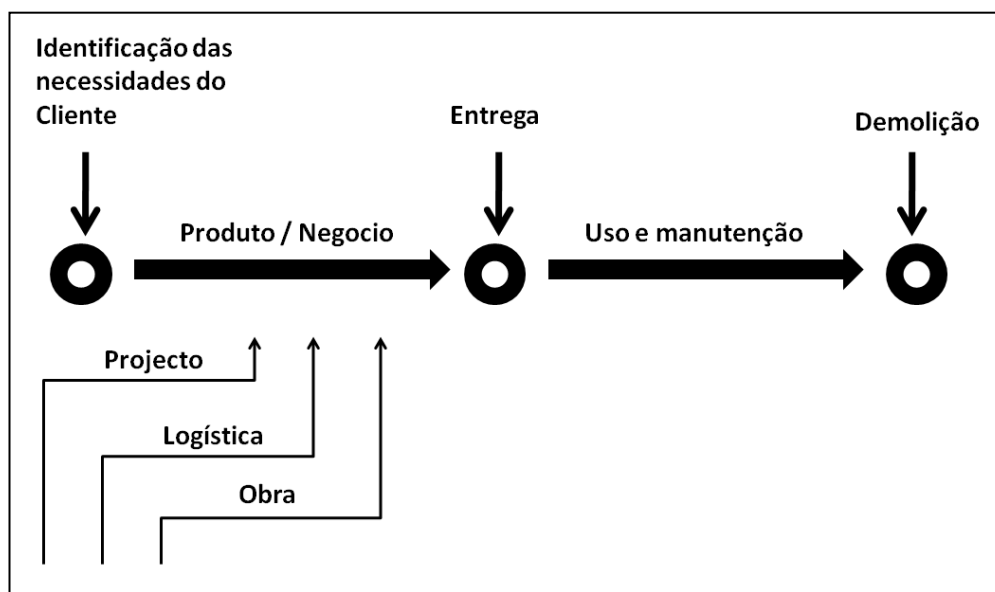


Figura 3. Fluxos de construção (adaptado de Picchi, 2001)

Fluxo de Produto/negócio – Liderado pelo Dono de Obra, este fluxo compreende a identificação das necessidades, planeamento geral, obtenção de financiamento,

contratações, obtenção de licenças, acompanhamento do projecto e construção, facturação e recepção da obra.

Fluxo de projecto: Liderado pelo Arquitecto e/ou Coordenador de projecto contratado pelo Dono de Obra, no qual se desenvolve o produto em consonância com as necessidades do último. Nesta fase, tem-se vários projectistas, dependendo das especialidades envolvidas no projecto.

Fluxo de logística: Liderado pelo Empreiteiro Geral, envolve todos os fornecedores de materiais e serviços e seus sub-fornecedores.

Fluxo de obra: Liderado pelo Empreiteiro Geral, envolve um elevado número de subcontratação para a execução das tarefas preconizadas no projecto.

Fluxo de uso e manutenção: Liderado pelo responsável pela utilização do edifício ou infra-estrutura, após a recepção da obra e equivale ao fluxo da operação. Este fluxo compreende uso, manutenção, reparação, remodelação, ampliação e demolição. As empresas ligadas a este fluxo, em geral, são diferentes das envolvidas nos fluxos anteriores à entrega da obra.

Com base nestes fluxos consegue-se implementar os princípios do *Lean construction* em toda a cadeia de valor, otimizando todos os recursos disponíveis e eliminando desperdícios (Mendonça, 2009).

2.3.5. Ferramentas aplicadas para se implementar os princípios *Lean*

2.3.5.1. Sistema *Last Planner*

A construção civil possui uma elevada diversidade de produtos e de processos, com durações variáveis, com falhas nas entregas, entre outros problemas. O *Sistema Last Planner* é um método de gestão de projectos desenvolvido para enfrentar as situações encontradas no controlo e execução da construção civil e tem sido desenvolvido desde 1992. O método tem surgido de maneira indutiva através de uma série de experiências industriais (G. Ballard & Howell, 1998).

Na indústria da construção civil, a diminuição da variabilidade e seus efeitos nocivos pode ser controlada através do Sistema *Last Planner*, apresentado como ferramenta de

Planeamento e Controlo de Produção. Esta ferramenta de planeamento é muito utilizada para estabilizar a produção na construção civil (Soares, Bernardes, & Formoso, 2002).

Um recurso importante do *Last Planner* é o controlo e medição das tarefas executadas. Este controlo é feito por meio de um índice percentual de trabalho realizado (PTR), o qual mostra, em percentagem, a quantidade de tarefas executadas segundo o planeado (H. Ballard, 2000).

O índice percentual de trabalho garante o conhecimento atempado de eventuais incumprimentos no planeamento de curto prazo, identificando de imediato o atraso, permitindo refazer o planeamento e a recuperação do mesmo.

Pelo facto de estarmos na presença de um sector com múltiplas tarefas a realizar em simultâneo, é indispensável desenvolver planeamentos em três níveis temporalmente distintos, a curto, médio e longo prazo.

2.3.5.2. Planeamento de curto prazo

O planeamento de curto prazo tem o papel de orientar directamente a execução da obra. Em geral, é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) às actividades programadas no plano de médio prazo, bem como o fraccionamento dessas actividades em pacotes menores, denominadas tarefas. Em obras muito rápidas ou nas quais existe muita incerteza associada ao processo de produção (por exemplo, reabilitações) o ciclo de planeamento de curto prazo pode ser diário (Formoso, 2000).

O horizonte de planeamento é de uma semana, e detalha diariamente as tarefas a executar. Outra fonte de informação é o plano de curto prazo da última semana de trabalho, pois as parcelas de actividades, não executadas na semana anterior, deverão entrar no plano de curto prazo seguinte. São avaliados os problemas ocorridos no período anterior e tomadas as medidas necessárias. Em seguida, é efectuado o dimensionamento de equipas de trabalho, ajustes na sequência das tarefas e a verificação da disponibilidade dos recursos.

A responsabilidade pela elaboração desse nível de planeamento é compartilhada entre a direcção da obra e os chefes de equipas. A difusão da informação segue para a obra,

para as equipas de produção e para os responsáveis pela compra e aquisição de materiais, de forma a que haja tempo para repor os stocks no prazo previsto. Essa informação possibilita acções preventivas para os próximos planos.

2.3.5.1. Planeamento de médio prazo

O planeamento de médio prazo constitui-se num segundo nível de planeamento tático, que faz a articulação entre o plano global e os planos diários. Neste nível, o planeamento tende a ser móvel, sendo, por esta razão, denominado de *look ahead planning*. Os serviços definidos no plano global são detalhados e segmentados nos lotes em que deverão ser executados, de acordo com o estabelecido (Formoso, 2000).

Segundo Ballard (1997), o plano de médio prazo pode servir a outros propósitos:

- a) Modelar o fluxo de trabalho, na melhor sequência possível, de forma a facilitar o cumprimento dos objectivos do empreendimento;
- b) Facilitar a identificação da carga de trabalho e dos recursos necessários, que atendam ao fluxo de trabalho estabelecido;
- c) Ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- d) Possibilitar que trabalhos interdependentes possam ser agrupados de forma que o método de trabalho seja planeado de maneira conjunta;
- e) Auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferentes equipas de produção;
- f) Identificar as tarefas de trabalho designadas às equipas de produção.

O plano de médio prazo típico possui um horizonte de quatro semanas, contadas a partir da segunda semana, pois a primeira corresponde ao horizonte compreendido pelo plano de curto prazo (Bernardes, 2003) .

Cada actividade desse plano será submetida a uma análise de restrições. A responsabilidade pela realização desse nível de planeamento é a direcção de obra, a partir do qual são produzidos os planos e a programação de recursos, a necessidade de verificação de stocks e análises de projectos.

2.3.5.1. Planeamento de longo prazo

O planeamento de longo prazo consiste no primeiro planeamento a nível tático. Tem como principal produto o plano global (*master plan*). Neste nível são definidos os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção. Em conjunto com os dados do orçamento, definiu-se um fluxo de despesas que deve ser compatível com o estudo de viabilidade, realizado ainda na fase do planeamento estratégico do empreendimento (Formoso, 2000).

O processo de planeamento e controlo da produção facilita a implementação dos princípios de *Lean Production*, na medida em que se tende a reduzir actividades como, movimentação, inspecção e espera, bem como aquelas actividades que consomem tempo, mas não geram valor ao cliente final. As informações contidas no planeamento de longo prazo serão divulgadas aos intervenientes envolvidos na execução da obra.

Os prazos que constam no planeamento de longo prazo são essenciais para a preparação do plano de médio prazo. Este planeamento espelha os desfasamentos efectivos entre o planeado e o executado. Outra importante decisão, relacionada a esse nível de planeamento, trata a estratégia de desenvolvimento da obra. Através deste estudo, é estabelecido o programa das diferentes actividades, eliminando-se possíveis pontos de colisão que possam existir entre equipas e propiciando-se a melhoria dos fluxos de materiais e mão-de-obra (Kurek, 2005).

2.3.5.1. Outras ferramentas de organização e planeamento de actividades

De seguida são apresentadas outras ferramentas que se enquadram no sector da construção no que corresponde a organização e planeamento de actividades e que também contribuem para se implementar os princípios *Lean*.

5S – é uma ferramenta que otimiza a organização e padroniza o espaço. Corresponde a cinco palavras japonesas iniciadas com som “s”(James; Womack & Daniel;. Jones, 2003) :

- Seiri (senso de utilização) – Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no estaleiro;

- Seiton (senso de organização) – Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários;
- Seiso (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível, com todos os componentes nos respectivos locais;
- Seiketsu (senso de padronização) – Padronizar as práticas de trabalho e de organização do espaço, conforme as regras anteriores;
- *Shitsuke* (senso de auto-disciplina) – Tornar as quatro regras anteriores num padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos.

TPM (Total Preventive Maintenance) – Procedimentos de manutenção frequentes, para a detecção de qualquer anomalia nos equipamentos. O objectivo é passar da reparação para a prevenção, em que os próprios utilizadores dos equipamentos fazem a manutenção e monitorização e alertam para qualquer problema funcional (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Gestão Visual – Sistema de placards colocados de forma visível, apresentando a performance das actividades programadas e respectivos responsáveis, e também as causas de não cumprimento. Permite um melhor planeamento futuro à medida que se vão conhecendo as percentagens de cumprimento dos programas anteriores e vão sendo eliminados obstáculos.

TQM (Total Quality Management) – sistema de melhoria contínua centrado na criação de valor para o cliente, seja o cliente final ou o interveniente seguinte do fluxo. Este sistema integra os planos **Kaizen** (melhoria contínua de uma actividade para criar mais valor com menos desperdício), baseados no ciclo de melhoria PDCA (Plan- planear, Do - fazer, Check - verificar, Act - actuar) ou ciclo de Deming. (Figura 4)

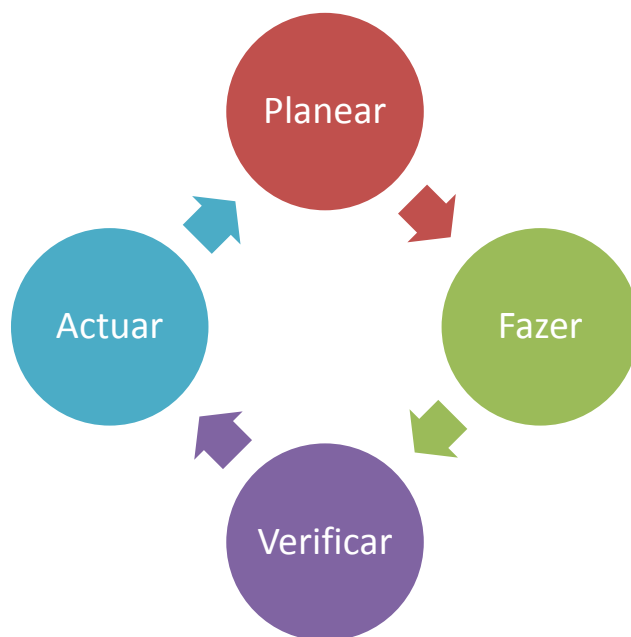


Figura 4. Esquema do ciclo PDCA

Just in time – metodologia que se baseia num sistema de “puxar” a produção, produzindo apenas o necessário, no momento certo e nas quantidades necessárias, incluindo os aspectos de gestão de matérias, qualidade, espaço físico, projecto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

O JIT quando é usado para descrever a entrega de materiais de construção, significa que estes serão conduzidos para a sua localização final e aplicados imediatamente após a chegada sem permanecer armazenados, evitando atrasos no transporte do armazém ao local de trabalho (Tommelein & Weissenberger, 1999).

2.4.Síntese

Nos dias de hoje, as organizações deparam-se com clientes cada vez mais exigentes, que procuram produtos mais variados, de baixo custo, com melhor qualidade e que esperam resposta rápida aos seus pedidos.

A filosofia Lean vem responder a muitas dessas novas exigências trazendo benefícios como: a redução do tempo em que o cliente espera pelo produto, a redução de stocks para os fabricantes, a redução de desperdícios de processamento, a redução de trabalho a refazer e respectivos encargos adicionais, o aumento do conhecimento dos processos, o aumento da qualidade e o aumento dos ganhos financeiros.

Para uma eficiente implementação do sistema Lean numa organização, é necessário o apoio da administração de topo, para que possa ser aplicado de forma mais abrangente na empresa, de modo a “limpar” todos os desperdícios e a tornar a cadeia de valor mais simples e fluida. Não bastam aplicações isoladas em apenas alguns aspectos da organização, devendo a filosofia ser entendida e implementada como uma cultura de trabalho em segurança.

Devido à complexidade e incerteza da indústria da construção, o sistema *Lean* aplicado a esta - *Lean Construction*, ainda passa por diversos obstáculos, tais como o elevado número de intervenientes, o cepticismo dos intervenientes, a resistência à mudança.

A implementação na construção pode ser feita nos diferentes estágios do negócio na fase de concepção, (projecto), na fase de execução e na fase de utilização/exploração, sendo que o grande desafio é conhecer suficientemente bem os sistemas vigentes na empresa, o que os clientes do processo de negócio realmente valorizam, e como o negócio opera e precisa de operar. Só assim se podem identificar as melhores ferramentas a aplicar e as respectivas condições.

Capítulo 3

Segurança e saúde no trabalho

3. SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

3.1.Introdução

A nível dos países da União Europeia os pesados encargos suportados pelos trabalhadores e respectivas famílias, bem como os custos económicos dos acidentes de trabalho para a economia europeia, constituem um grande motivo de preocupação. Identificado o elevado custo dos acidentes de trabalho, bem como o seu impacto na imagem das empresas, logo foram desenvolvidos estudos para resolver ou minimizar esse problema. Em 2007 foram introduzidas alterações às OHSAS 18001:1999 (Occupational Health and Safety Assessment Series) – que estabelecem as especificações para a implementação de sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. As OHSAS (OHSAS_18001, 2007) surgem da necessidade de harmonizar as diversas especificações na área da Segurança e Saúde no Trabalho (SST), que começavam a ser publicadas. A norma portuguesa para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST) é a NP 4397 de 2008, que é uma adaptação da OHSAS 18001 de 2007. Esta norma especifica os requisitos que um sistema de gestão da SST deve possuir ao nível da sua política, planeamento, operação, verificação, e revisão ou análise (NP 4397:2008).

3.2.Conceitos

No âmbito deste capítulo importa salientar os conceitos aplicados na gestão da segurança e saúde:

***Acção correctiva**, acção destinada a eliminar a causa de uma não conformidade detectada ou de outra situação indesejável (NP_4397, 2008).*

***Acção preventiva**, acção destinada a eliminar a causa de uma potencial não conformidade ou de outra potencial situação indesejável (NP_4397, 2008).*

***Afecção da saúde**, condição física ou mental adversa, identificável como decorrente de e/ou agravada por actividade do trabalho e/ou por situações relacionadas com o trabalho (NP_4397, 2008).*

Apreciação do risco, processo de gestão do risco resultados de perigo(s) identificado(s), tendo em conta a adequabilidade dos controlos existentes, cujo resultado é a decisão da aceitabilidade ou não do risco (NP_4397, 2008).

Auditoria, processo sistemático independente e documentado para obter evidências de auditoria e respectiva avaliação objectiva com vista a determinar em que medida os critérios da auditoria são verificados (NP_EN_ISO_9000, 2005).

Desempenho da SST, resultados mensuráveis da gestão do risco da SST de uma organização (NP_4397, 2008).

Documento, informação e respectivo meio de suporte (NP_EN_ISO_14001, 2004).

Identificação do perigo, processo de reconhecer a existência do perigo e de definir as correspondentes características (NP_4397, 2008).

Incidente, acontecimento(s) relacionado(s) com o trabalho em que ocorreu ou poderia ter ocorrido lesão, afecção da saúde (independentemente da gravidade) ou morte (NP_4397, 2008).

Local de trabalho, qualquer lugar físico em que não são realizadas actividade relacionadas com o trabalho, sob o controlo da organização (NP_4397, 2008).

Melhoria continua, processo recorrente para aperfeiçoamento do sistema de gestão da SST por forma a atingir melhorias no desempenho global da SST, de acordo com a respectiva política de SST da organização (NP_4397, 2008).

Não conformidade, não satisfação de um requisito (NP_EN_ISO_9000, 2005)

Objectivo da SST, resultado que uma organização se propõe atingir em termos do desempenho da SST (NP_4397, 2008).

Parte interessada, individuo ou grupo, dentro ou fora do local de trabalho, interessado ou afectado pelo desempenho da SST de uma organização (NP_4397, 2008).

Perigo, fonte, situação, ou acto com potencial para o dano em termos de lesão ou afecção da saúde, ou uma combinação destes (NP_4397, 2008).

Política da SST, conjunto de intenções e de orientações gerais de uma organização relacionadas com o respectivo desempenho da SST, como formalmente expressas pela gestão de topo (NP_4397, 2008).

Procedimento, modo específico de realizar uma actividade ou um processo (NP_EN_ISO_9000, 2005).

Registo, documento que expressa resultados atingidos ou que fornece evidencia das actividades realizadas (NP_EN_ISO_14001, 2004).

Risco, combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposição(ões) perigosa(as) e da gravidade de lesões ou afecções da saúde que possam ser causadas pelo acontecimento ou pela(s) exposição(ões) (NP_4397, 2008).

Risco aceitável, risco que foi reduzido a um nível que pode ser tolerado pela organização tomando em atenção as suas obrigações legais e a própria política de SST (NP_4397, 2008).

Segurança e saúde no trabalho, conjunto das intervenções que objectam o controlo dos riscos profissionais e a promoção da segurança e saúde dos trabalhadores da organização ou outros (incluindo trabalhadores temporários, prestadores de serviços e trabalhadores por conta própria), visitantes ou qualquer outro individuo no local de trabalho (NP_4397, 2008).

Sistema de gestão SST, parte do sistema de gestão de uma organização utilizado para desenvolver e implementar a política da SST e gerir os riscos correspondentes (NP_4397, 2008).

3.3. Enquadramento legal

O n.º 1 do Artigo 59.º da Constituição da República Portuguesa prevê que todos os trabalhadores (...) “têm direito à prestação do trabalho em condições de higiene, segurança e saúde”.

Segundo a Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro, que regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e saúde no trabalho (como previsto no art. 284º do Código do Trabalho, Lei 7/2009, de 12 de Fevereiro), compete às entidades executantes:

- *Assegurar aos seus trabalhadores condições de segurança e de saúde em todos os aspectos relacionados com o seu trabalho;*
- *Zelar de forma continuada e permanente, pelo exercício da actividade em condições de segurança e saúde;*
- *Avaliar os riscos associados às várias fases do processo produtivo, incluindo as actividades preparatórias, de manutenção e reparação;*
- *Em resultado dessas avaliações definir e implementar as medidas de prevenção adequadas, de modo a obter níveis eficazes de protecção da segurança e saúde do trabalhador;*
- *Fornecer aos trabalhadores informação e formação necessária ao desenvolvimento da actividade em condições de segurança e saúde;*
- *Condicionar o acesso a Zonas de Risco elevado a trabalhadores com aptidão e formação adequada, durante o mínimo intervalo de tempo;*
- *Adoptar medidas e dar instruções que permitam ao trabalhador, em caso de perigo grave e eminente, que não possa tecnicamente ser evitado, cessar a sua actividade ou afastar-se imediatamente do local de trabalho;*
- *Considerar também na organização dos meios de prevenção os terceiros susceptíveis de serem abrangidos pelos riscos da realização dos trabalhos, quer nas instalações, quer no exterior;*
- *Assegurar a vigilância da saúde do trabalhador em função dos riscos a que esteja exposto;*
- *Estabelecer as medidas que devem ser adoptadas em matéria de primeiros socorros, de combate a incêndios e de evacuação e identificar os trabalhadores responsáveis pela sua aplicação, bem como assegurar os contactos necessários com as entidades externas de socorro;*

- *Mobilizar os meios necessários na aplicação das medidas preventivas.*

No cumprimento das obrigações referidas devem ser respeitados os Princípios Gerais de Prevenção de Riscos Profissionais:

- *Identificação dos riscos previsíveis em todas as actividades da empresa, estabelecimento ou serviço, na concepção ou construção de instalações, de locais e processos de trabalho, assim como na selecção de equipamentos, substâncias e produtos, com vista à eliminação dos mesmos ou, quando esta seja inviável, à redução dos seus efeitos;*
- *Integração da avaliação dos riscos para a segurança e a saúde do trabalhador no conjunto das actividades da empresa, estabelecimento ou serviço, devendo adoptar as medidas adequadas de protecção;*
- *Combate aos riscos na origem, por forma a eliminar ou reduzir a exposição e aumentar os níveis de protecção;*
- *Assegurar, nos locais de trabalho, que as exposições aos agentes químicos, físicos e biológicos e os factores de risco psicossociais não constituem risco para a segurança e saúde do trabalhador;*
- *Adaptação do trabalho ao homem, especialmente no que se refere à concepção dos postos de trabalho, à escolha de equipamentos de trabalho e aos métodos de trabalho e produção, com vista a, nomeadamente, atenuar o trabalho monótono e o trabalho repetitivo e reduzir os riscos psicossociais;*
- *Adaptação ao estado de evolução da técnica, bem como as novas formas de organização do trabalho;*
- *Substituição do que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;*
- *Dar prioridade às medidas de protecção colectiva em relação às medidas de protecção individual;*
- *Elaboração e divulgação de instruções compreensíveis e adequadas à actividade desenvolvida pelo trabalhador.*

Existe assim a obrigação geral do empregador face à Prevenção de Riscos Profissionais relativamente aos seus trabalhadores, o dever do empregador de desenvolver as actividades preventivas de acordo com uma ordem fundamental de princípios gerais de prevenção, a obrigação do empregador observar na escolha de medidas preventivas a

hierarquia estabelecida nos princípios gerais de prevenção e o dever fundamental de no âmbito desta hierarquia, o empregador promover a avaliação dos riscos que não puderem ser eliminados. Estas obrigações devem ser cumpridas através dos serviços de segurança, higiene e saúde no trabalho, cuja organização e funcionamento é, também, uma obrigação da entidade empregadora (art.º 73º da Lei nº 102/2009, de 10 de Setembro).

Não obstante da responsabilidade de cada empregador em assegurar aos seus trabalhadores condições de segurança e de saúde em todos os aspectos relacionados com o seu trabalho os donos de obra, enquanto empresas utilizadoras ou adjudicatárias da obra ou do serviço, têm também obrigações a cumprir, no âmbito da segurança e saúde do trabalho, para com essas entidades, nomeadamente o dever de cooperar, no contexto da segurança e saúde, com os empreiteiros e prestadores de serviços que desenvolvam actividades nas suas instalações.

Nesse sentido, deve o dono de obra, incluir nos documentos patenteados a concurso, as especificações e os requisitos de segurança relativos à segurança do trabalho a serem cumpridos pelo adjudicatário, através do estabelecido no Plano de Segurança e Saúde da Obra (Decreto-lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro).

Análise de Riscos

A análise de riscos consiste no estudo das actividades realizadas com o objectivo de identificar os perigos que lhe poderão estar associados.

A partir da identificação dos perigos e da avaliação dos riscos decorrentes, é possível definir as medidas preventivas/ de protecção com vista à sua eliminação, e caso não seja possível, à sua minimização para níveis considerados aceitáveis.

3.4.Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no trabalho

Um Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST), baseia-se na gestão da prevenção, e surge como a ferramenta ideal para a implementação de medidas preventivas, dotando as empresas de um sistema estruturado de gestão da segurança e saúde no trabalho. A implementação de um SGSST traz melhorias significativas para as condições de trabalho, principalmente quando acompanhada de uma nova cultura que

considera a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) um dos factores essenciais na avaliação global do desempenho da empresa. A implementação dum SGSST numa organização traz vantagens para a mesma, destacando-se:

- Melhorias significativas nas condições de trabalho;
- Redução de riscos de ocorrência de acidentes e de doenças profissionais;
- Redução de custos (indenizações, seguros, prejuízos de acidentes de trabalho, perda de dias de trabalho);
- Melhoria da imagem da empresa;
- Diferenciação em relação à concorrência;
- Evidência do compromisso de cumprimento da legislação;
- Motivação dos trabalhadores com a promoção de um ambiente de trabalho seguro e saudável.

Um dos requisitos fundamentais da OHSAS 18001:2007 e da NP 4397:2008 é o cumprimento da legislação, que aliás deve ser um compromisso mínimo da gestão. No entanto, os SGSST são mais abrangentes e exigentes do que o mero cumprimento da legislação, promovendo a implementação de um modelo pro-activo de gestão da segurança e saúde no trabalho e incentivando a empresa à melhoria contínua do seu sistema.

O modelo preconizado nas OHSAS é passível de implementação em todo o tipo de empresas e a sua estrutura, linguagem e requisitos são similares aos referenciais ISO 9001 e ISO 14001, como por exemplo o modelo PDCA (Plan-Do-Check-Act), pelo que os Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho são facilmente integrados com outros Sistemas de Gestão, tais como o da Qualidade ou do Ambiente, (NP 4397:2008 anexo A).

A norma NP 4397:2008 encontra-se estruturada nos seguintes capítulos:

- Objectivo e campo de aplicação
- Referências normativas
- Termos e definições
- Requisitos do sistema de gestão da SST.

Esta norma fornece os preceitos gerais para a criação de um Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, de forma a dotar a organização de capacidade de controlo dos seus riscos em termos de saúde e segurança, melhorando assim o seu desempenho. Esta norma caracteriza-se por não estabelecer critérios específicos de segurança e saúde nem fornecer indicações detalhadas para a concepção do sistema de gestão. Aplica-se a qualquer organização cujo objectivo seja reduzir os riscos a que os seus trabalhadores estão expostos. O Sistema de Gestão de Segurança e Saúde deve ser integrado na gestão corrente da empresa, podendo integrar a área do Ambiente e da Qualidade. Não se trata de uma obrigatoriedade legal da empresa, mas, num mundo global, são cada vez mais as organizações que sentem necessidade de cumprir, voluntariamente, estes requisitos e procederem à sua certificação neste âmbito.

3.5. Infraestrutura ferroviária: normas e procedimentos de segurança no trabalho

Os trabalhos na infraestrutura ferroviária podem englobar diversas especialidades, de acordo com o tipo de intervenção a efectuar: via e geotecnia, catenária, sinalização, construção civil e obras de arte. De acordo com a complexidade e especificidade da obra podem ocorrer diversos tipos de acidentes de trabalho.

Os trabalhos realizados na via-férrea e nas suas zonas contíguas comportam riscos graves, como: atropelamento ferroviário; choques com equipamentos; quedas em altura ou de nível; electrização e electrocussão; queimaduras por fricção; entalamento/esmagamento; cortes; projecção de objectos; pancadas, entre outros. Para eliminar esses riscos, ou quando tal não for possível, para reduzi-los para níveis aceitáveis, é necessário integrar medidas de segurança adequadas:

- No planeamento;
- Na organização prévia do trabalho;
- Durante a realização dos trabalhos.

Tais medidas e respectivas condições de aplicação, variam consoante a natureza dos trabalhos.

Em Portugal o documento mais importante, no âmbito da segurança, para a realização de trabalhos ferroviários é a Instrução de Exploração Técnica 77 – IET 77, da (Refer,

2009), cujo objecto é definir os parâmetros ferroviários de segurança e as medidas de segurança a adoptar nos trabalhos desenvolvidos na via-férrea ou na sua proximidade, de forma a garantir a segurança dos trabalhadores e /ou das circulações: *“O presente documento define as medidas de segurança a serem adoptadas sempre que um trabalho ou qualquer actividade ocorra, ou tenha a possibilidade de vir a ocorrer, na via-férrea ou nas zonas contíguas”* (IET 77).

Segundo o documento interno da Refer Segurança Ferroviária, *“Manual de Formação”*, a IET 77 tem por objecto a definição de parâmetros ferroviários de segurança e as medidas de segurança a adoptar nos trabalhos desenvolvidos na via-férrea ou na sua proximidade, de forma a garantir a segurança dos trabalhadores e/ou das circulações. Neste sentido, importa conhecer a estrutura e os seus conteúdos bem como saber manusear o referido documento.

A grande preocupação na realização destes trabalhos funda-se no conhecimento que os intervenientes devem ter das normas de segurança descritas na IET 77 e de como deverão as mesmas ser aplicadas face ao tipo de trabalhos pretendido. Contudo, o mais importante que se pode recolher sobre esta matéria é de que as medidas de segurança previstas neste “Regulamento” são indicativas, pelo facto de apenas serem estabelecidas as medidas de segurança mínimas exigidas.

A selecção das medidas de segurança específicas para cada trabalho, dependerá, por um lado, do definido pelo interveniente responsável por esta decisão, com base na avaliação dos riscos associados à execução, e por outro lado, da possibilidade da REFER impor a adopção de outras medidas mais rígidas, quando se presumir que as inicialmente definidas possam ser insuficientes.

As intervenções realizadas na via-férrea bem como nas suas zonas contíguas, comportam riscos graves, pelo que independentemente dos trabalhos serem desenvolvidos por pessoal do Gestor da Infra-estrutura ou contratado, a responsabilidade será sempre do dono de obra enquanto empresa Gestora da Infra-estrutura, o que eleva a exigência das garantias de segurança na realização dos mesmos. Para este efeito, deve haver um adequado planeamento, análise e organização das

medidas a implementar, considerando a necessidade de se articular a segurança dos trabalhos e das circulações com os constrangimentos da exploração ferroviária.

A IET 77 está estruturada da seguinte forma:

- Descrição de várias definições e termos ferroviários;
- Parâmetros de segurança;
- Medidas de segurança;
- Intervenientes e respectivas atribuições
- Responsabilidades (quem são e o que fazem);
- Caracterização dos seus seis anexos.

3.6.Síntese

Durante a última década, a abordagem sistémica de um SGSST popularizou-se e foi introduzida tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento. As formas de que a promoção da respectiva aplicação se reveste variam entre as disposições regulamentares e os mecanismos voluntários. A experiência mostra que um SGSST é um instrumento lógico e útil de promoção da melhoria contínua do funcionamento da segurança e saúde no trabalho a nível organizacional. Os elementos chave para que a sua aplicação seja bem sucedida passam por assegurar a existência de compromissos da parte da direcção e a participação activa dos trabalhadores na implementação conjunta.

Espera-se que cada vez mais organizações integrem o SGSST nos programas internos de SST, como um meio de promover estrategicamente o desenvolvimento de mecanismos sustentáveis para aperfeiçoamentos de SST.

Capítulo 4

Caso de estudo

4. CASO DE ESTUDO

4.1.Introdução

No âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Civil e do Prémio Talento 2011, lançado pela empresa Soares da Costa, SA pretendeu-se aplicar metodologias e ferramentas que contribuam para a optimização do planeamento e controlo das actividades de gestão da segurança e saúde, em obras ferroviárias de alta velocidade.

Assim, procedeu-se ao estudo do projecto de alta velocidade troço Poceirão-Caia, bem como dos respectivos elementos de planeamento, fornecidos pela empresa Soares da Costa, SA, tendo-se como objectivo analisar em que medida a aplicação de princípios *Lean* contribuiriam para a melhoria do sistema de gestão da segurança e saúde em obra.

4.2.Metodologia de recolha de dados

A recolha de dados e informações foi feita através de realização de reuniões com vários intervenientes no projecto e da análise documental, bem como de pesquisa de casos de implementação do *Lean Construction*.

A análise documental da obra teve como base, o acesso a uma plataforma electrónica da empresa, designada por ACONEX, na qual se encontram todos os documentos existentes e actualizados de todas as especialidades do projecto referido. Foram analisadas as peças do projecto existente até à altura, o planeamento, documentos de controlo de desempenho e procedimentos da empresa.

Recorreu-se também à análise de outros estudos de implementação de *Lean Construction*, para verificar a oportunidade de melhoria e as fontes de desperdício encontrados no sector da construção.

Dada a envergadura da obra, verificou-se ainda a inexistência de muitos documentos, durante a elaboração deste trabalho, pois encontravam-se ainda em fase de desenvolvimento muitos dos projectos inerentes.

4.3. Justificação do caso de estudo

Esta obra caracteriza-se por ser muito complexa, pois envolve o leque de especialidades de um edifício, grandes movimentos de terras, a construção de uma rede ferroviária de alta velocidade, a construção de obras de arte.

O volume e diversidade de trabalhos irá dinamizar e mover grandes fluxos de pessoas, equipamentos e materiais para a região. Porém, existe a necessidade de minimizar custos, garantir a segurança de todos, gerir conforme o planeado, adequando a interacção entre os intervenientes para que coexistam os vários empreiteiros e subempreiteiros das diferentes especialidades, cumprindo os prazos estipulados, o orçamento e garantindo a qualidade e a segurança e saúde dos intervenientes.

4.4. Objectivo

Conforme já referido o objectivo consiste em contribuir para a melhoria do sistema de gestão de segurança e saúde através da aplicação de ferramentas que permitam atingir os objectivos *Lean*.

4.5. Identificação da empreitada

Identificação – Linha Ferroviária de Alta Velocidade / Eixo Lisboa – Madrid PPP1 – Poceirão / Caia

Localização – Maioritariamente no Alentejo

Prazo de execução – 48 meses

Valor de Contrato – € 1 443 323 145.54

Entidade executante – LGV – Engenharia e Construções de Linhas de Alta velocidade, A.C.E.

4.5.1. Breve descrição da obra

A Concessionária ELOS – Ligações de Alta velocidade, S.A. adjudicou ao LGV-ACE a execução da totalidade dos trabalhos de concepção, projecto, expropriações, construção, fornecimento e montagem de equipamentos previstos no Contrato de Concessão, para a realização do troço Poceirão-Caia, do eixo Lisboa-Madrid, da linha ferroviária de alta velocidade. Esta ligação de alta velocidade – LAV, está integrada na rede transeuropeia de alta velocidade.

A extensão do troço é de cerca de 164,77 km atravessando 10 concelhos, desenvolvendo-se essencialmente em território alentejano com relevo pouco acidentado, à excepção do atravessamento da Serra de Ossa (Figura 5). Para além da LAV, também faz parte do empreendimento concessionado um troço de linha convencional – LC, para transporte de mercadorias com cerca de 94,83 km entre Évora e Caia, a construção da nova estação de Évora Norte (incluindo a sua exploração comercial) e ainda duas intervenções na linha convencional existente, uma ligando a actual Estação à nova Estação Norte, numa extensão de 9 km, e outra com cerca de 4,4 km permitindo servir a Estação de Elvas, através da ligação à linha do Leste (Figura 6).



Figura 5. Projecto de Alta velocidade troço Poceirão-Caia



Figura 6. Esquema do projecto

Os trabalhos a realizar incluem para além do projecto, a execução das expropriações, dos trabalhos de construção civil, das especialidades ferroviárias – via, catenária e alimentação eléctrica – e das infra-estruturas para as telecomunicações e sinalização.

Para a realização desta empreitada de concepção/construção, foram constituídos 5 Grupos Construtores, 3 dos quais para a realização dos trabalhos de construção civil na sua generalidade, 1 ACE Energia e 1 ACE Ferroviário (AVIAS), de acordo com a estrutura contratual representada na Figura 7.

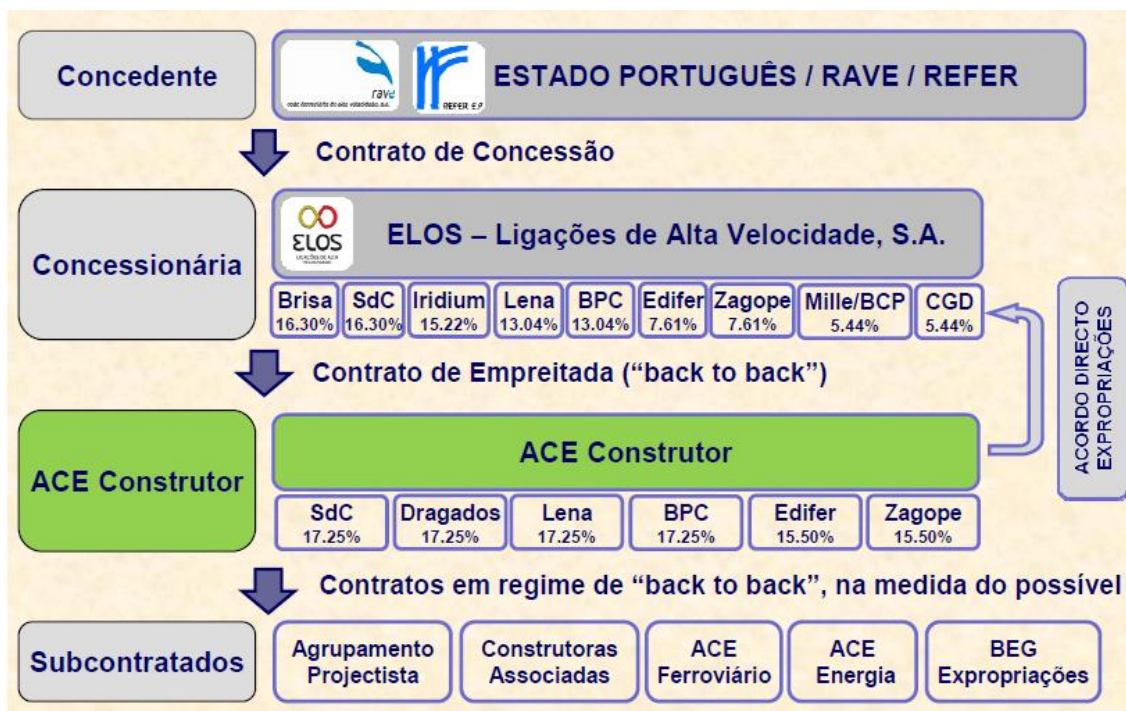


Figura 7. Estrutura contractual

O ACE Ferroviário é constituído pelo consórcio AVIAS (Somafel, Ferrovias e Construções, Neopul, Fergrupo e Promorail) e o ACE Energia estava ainda por definir.

4.6. Caracterização da empreitada

Uma vez que se trata de uma obra “em linha” é vital assegurar os prazos de execução e a continuidade de frentes, pelo que se adoptou um modelo de divisão por lotes, constituído por uma divisão por PK’s, ou seja sem intercalação de actividades entre os grupos construtores em lotes distintos (Figura 8).

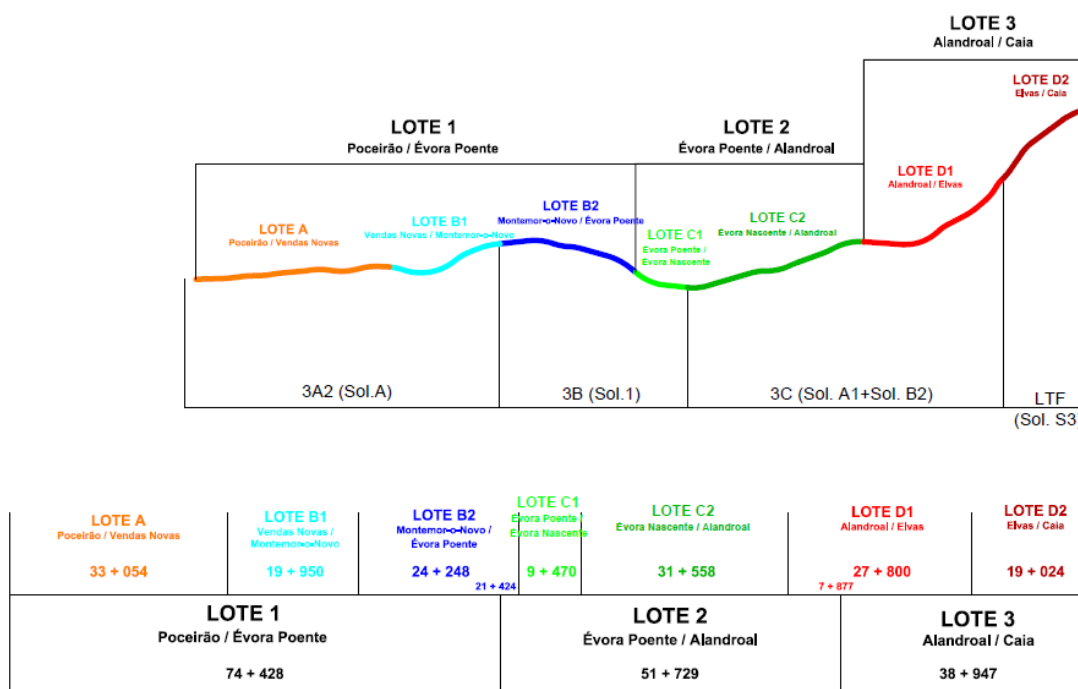


Figura 8. Divisão por lotes

Cada um dos 3 lotes foram atribuídos a um determinado grupo construtor , como indicado na Tabela 4.

Tabela 4. Correspondência dos lotes ao grupo construtor

Lote 1	Zagope / Dragados	ACE AVIAS	ACE Energia
Lote 2	Soares da Costa / Lena		
Lote 3	BPC / Edifer		

Cada um dos lotes apresenta as características, que se descrevem de seguida.

LOTE A (Poceirão – Vendas Novas)

Lote com aproximadamente 33,00 Km de linha de alta velocidade em via dupla, com bitola europeia, para o tráfego misto, possuindo também um troço de 1,50 Km de linha convencional, em via única de bitola europeia, para tráfego de mercadorias, que liga a linha de alta velocidade à futura plataforma logística do Poceirão (Ramal do Poceirão); É composta por 2 postos intermédios de banalização (PIB's) de alta velocidade em Poceirão e Vendas Novas;

Relativamente a obras de arte terá 4 viadutos e 24 obras de arte correntes e para produção de energia terá 1 subestação RAVE+REN (SST3).

LOTE B (Vendas Novas – Évora)

Lote com uma extensão de 44,20 Km de linha de alta velocidade, em via dupla de bitola europeia, para tráfego misto.

Preconiza se um posto de ultrapassagem e estacionamento de comboios (PEUC) de alta velocidade, em Almansor (Nossa Senhora da Graça do Divor).

Relativamente a obras de arte terá 5 viadutos e 28 obras de arte correntes.

LOTE C (Évora – Alandroal)

Estima-se que o lote tenha aproximadamente 10,00 Km de linha de alta velocidade em via dupla, com bitola europeia, para o tráfego misto, 30,70 Km de plataforma tripla constituída por uma linha de alta velocidade em via dupla, de bitola europeia, para tráfego misto e uma linha convencional de via única, de bitola ibérica, para tráfego de mercadorias, 1,90 Km de linha convencional em via única, de bitola ibérica, para tráfego de mercadorias, ligação da linha de Évora/Évora Norte ao troço Poceirão-Caia (Ligação C1), e um troço de 9,10 Km de modernização da linha de Évora desde a saída nascente da actual estação de Évora (Km 117+900) até à nova estação de Évora Norte (Km126+800), para tráfego misto.

Engloba a construção da estação comercial de passageiros de Évora Norte para a linha de alta velocidade com interface com a actual linha de Évora, de uma base de manutenção para as linhas de alta velocidade e convencional, e de um posto de ultrapassagem e estacionamento de comboios (PEUC) de linha convencional, em São Miguel de Machede, associado à base de manutenção.

Relativamente a obras de arte terá 14 viadutos, sendo 5 para alta velocidade, 1 na ligação C1, 8 para LAV+LC e 3 pontões na modernização da linha de Évora.

Engloba a construção de 29 obras de arte correntes (6- LAV, 18-LAV+LC, 4-LC (linha Évora/Évora AV), 1 ligação á estação de Évora Norte) e a construção de 1 subestação RAVE+REN (SST2).

LOTE D (Alandroal – Caia)

Para finalizar, o último lote é constituído por 46,70 Km de plataforma tripla de linha de alta velocidade em via dupla, de bitola europeia, para tráfego misto e uma via única de linha convencional, em bitola ibérica, para tráfego de mercadorias e por 4,4 Km de linha convencional em via única, de bitola ibérica, para tráfego de mercadorias, de ligação do troço Poceirão-Caia à linha do Leste, em Elvas.

Engloba a construção de um posto de ultrapassagem e estacionamento de comboios (PEUC) de linha de alta velocidade, associado a um posto de estacionamento e ultrapassagem de comboios (PEUC), da linha convencional no Alandroal, 1 posto intermédio de banalização (PIB) da linha de alta velocidade associado a um posto de estacionamento e ultrapassagem de comboios (PUEC) da linha convencional, em Jorumenha, e da subestação RAVE (SST1).

Relativamente a obras de arte terá 11 viadutos (10 LAV+LC e 1 LC) e 23 obras de arte correntes.

Na empreitada é bastante importante perceber as várias divisões que esta foi sofrendo ao longo do seu projecto.

Anteriormente foi descrita a empreitada segundo a divisão em quatro lotes (Lote A, Lote B, Lote C, Lote D), pois esta divisão, foi utilizada para efeitos de projecto ou seja foi a divisão utilizada para que vários gabinetes de projecto fizessem o seu trabalho de uma maneira planeada, organizada, e sobre tudo controlada.

Outra divisão que se empregou conforme se verifica na Figura 8, é constituída por três lotes, Lote 1, Lote 2, Lote 3. Esta divisão justifica-se pela necessidade de igualar os fluxos financeiros e de trabalho da empreitada geral.

A partir deste ponto só será abordada a divisão de um ponto de vista de execução, sendo analisado o Lote 2, lote no qual a Soares da Costa, SA está integrada, como empresa construtora.

4.7. Organograma da empreitada

Para o Lote 2 a estrutura organizacional prevista, de acordo com os intervenientes identificados à data de realização deste trabalho, é a que está representada na Figura 9.



Figura 9. Organograma das principais entidades intervenientes na empreitada

Na Figura 10, está representada a estrutura organizacional do LGV-ACE.

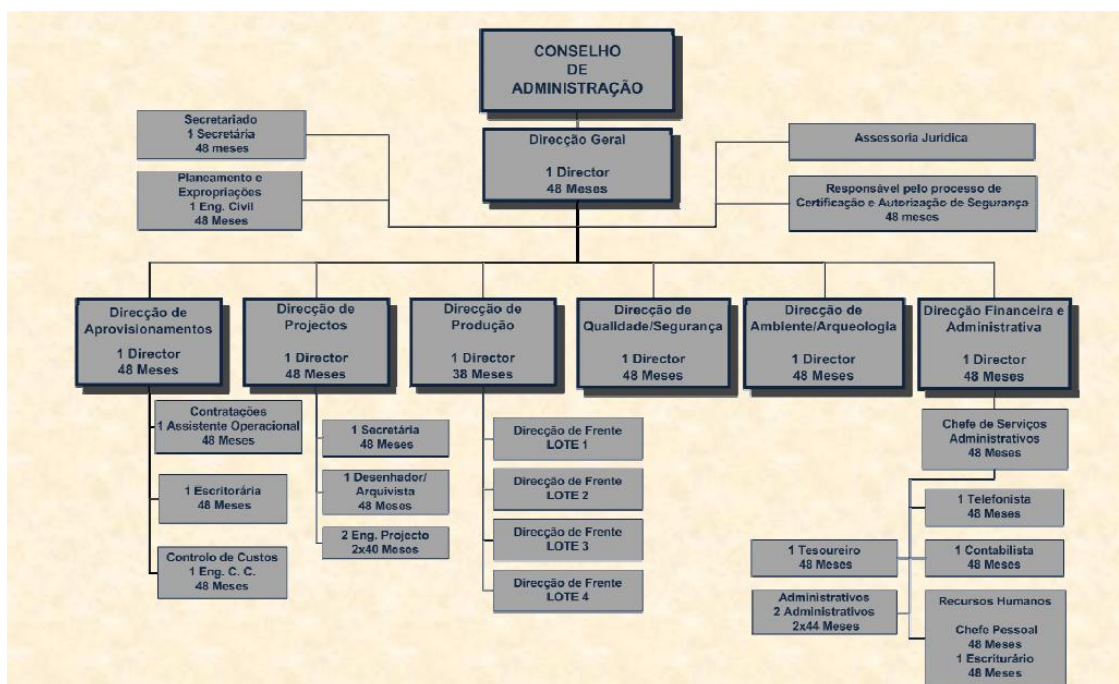


Figura 10. Organograma do ACE coordenador

Dado o volume e complexidade da obra a realizar a estrutura organizacional envolve muitos elementos, distribuídos por várias direcções.

4.8.Caracterização do lote 2

Do referido lote, fazem parte aproximadamente os últimos 4km do lote B2, o lote C e aproximadamente os primeiros 7 km do lote D1, bem como a ligação denominada L1 de Évora - Évora Norte, e a modernização desse troço.

Em termos de construção é um lote que apresenta uma grande diversidade de elementos a executar:

- 28 Passagens hidráulicas;
- 9 Passagens agrícolas;
- 25 Passagens superiores;
- 3 Passagens superiores de peões;
- 1 Passagem inferior;
- 13 Viadutos de linha de alta velocidade;
- 11 Viadutos de linha convencional
- 3 Pontões

No Anexo A encontra-se uma descrição mais pormenorizada desses elementos.

Caracteriza-se por ser um lote com vários perfis de via, via única para linha convencional, via dupla para linha de alta velocidade, e via tripla para linha convencional e de alta velocidade.

Apresenta-se nas Figuras 11, 12 e 13 os perfis tipo para o referido lote.

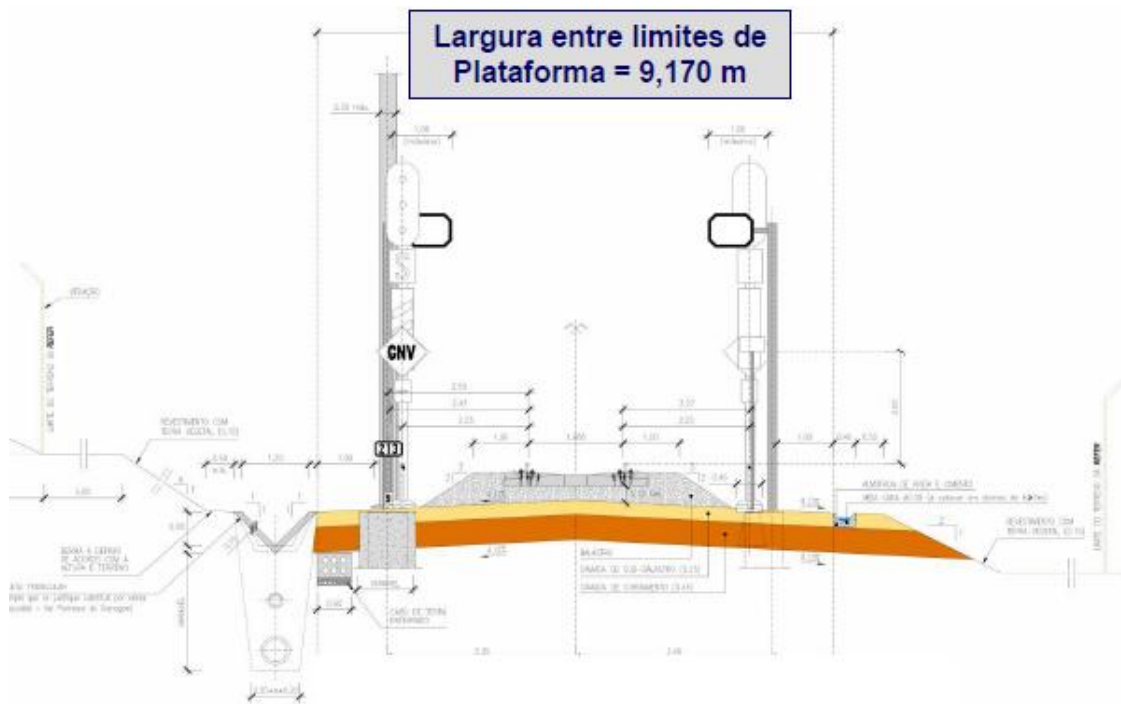


Figura 11. Perfil transversal tipo LC

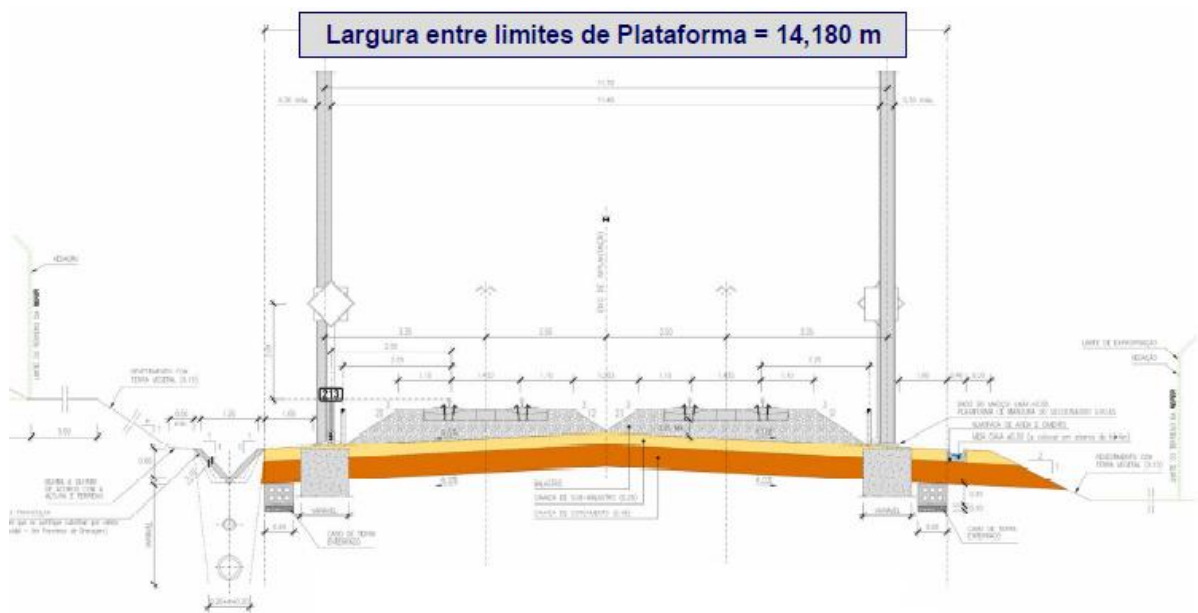


Figura 12. Perfil transversal tipo LAV

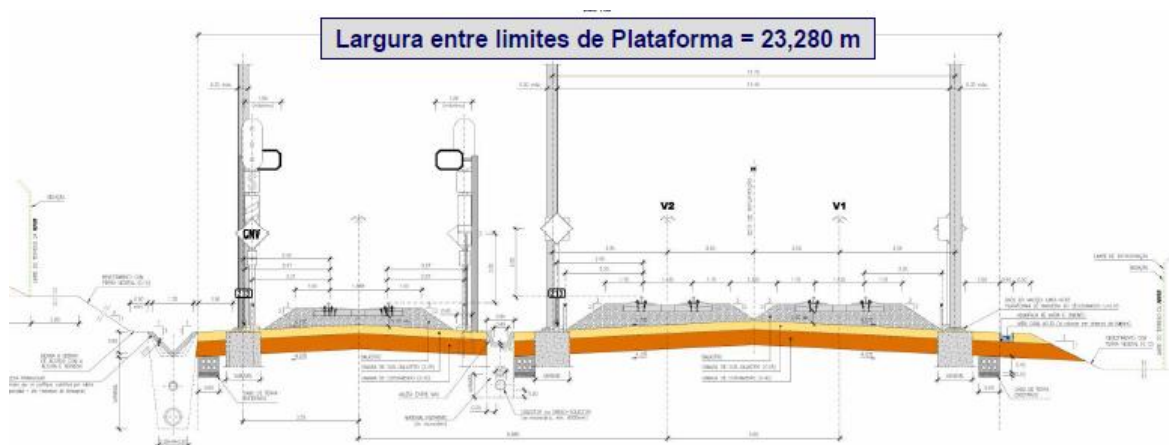


Figura 13. Perfil transversal tipo LC e LAV

4.9.Sistema de Gestão de Segurança previsto para o troço 2

Da análise de documentação disponibilizada, conclui-se que, o Sistema de Gestão de Segurança e Higiene do LGV ACE, está organizado através de uma estrutura documental, seguindo os requisitos fundamentais da especificação OHSAS 1800:2007 e da NP 4397:2008 assente em:

- Procedimentos de Gestão da Segurança
- Instruções de Trabalho
- Modelos de Operacionalização

Procedimentos de Gestão da Segurança

Os procedimentos de gestão da segurança (PGS), foram desenvolvidos para as seguintes actividades a implementar através do SGSST.

- Desenvolvimento do Processo

Objectivo: Definir a metodologia para a implementação do Sistema de Gestão da Segurança, de acordo com a norma NP 4397:2008 e a OHSAS 18001:2007, identificando os procedimentos, instruções de trabalho e modelos, bem como o fluxograma do processo e os indicadores de desempenho.

- Identificação dos Perigos, Avaliação do Risco e Definição de Controlos (IPACRD)

Objectivo: Definir a metodologia para a identificação dos perigos, avaliação do risco e definição de controlos associados a todas as actividades (de rotina, esporádicas e de emergência).

- Monitorização e Medição do Desempenho da SST

Objectivo: Definir a metodologia de monitorização e medição periódica do desempenho da SST.

- Gestão da Medicina do Trabalho

Objectivo: Definir a metodologia que permita assegurar o cumprimento das obrigações legais em matéria de Medicina do Trabalho.

- Competência, Formação, Sensibilização para a SST (FRP)

Objectivo: Definir a metodologia para o desenvolvimento de competências e a divulgação de informação no âmbito da SST, bem como para a gestão de acções de formação e sensibilização de SST.

- Comunicação, Participação e Consulta da SST

Objectivo: Definir a metodologia para a comunicação e o registo de informação relevante no âmbito da SST, assegurando que todas as solicitações de informação, pareceres, reclamações e sugestões provenientes de partes interessadas (internas e externas) tenham a necessária resposta e tratamento, garantindo o cumprimento das exigências legais em termos de participação e consulta dos trabalhadores.

- Controlo Operacional da SST (PES)

Objectivo: Definir a metodologia que permita assegurar que as actividades são planeadas e realizadas de acordo com os requisitos legais e contratuais, a política, os objectivos e as metas da SST.

- Prevenção e Resposta a Emergências

Objectivo: Definir a metodologia para assegurar a capacidade de prevenção e resposta a emergências em todas as unidades de trabalho (Fixas e Temporárias ou Móveis).

- Gestão dos Requisitos Legais e outros da SST

Objectivo: Definir a metodologia para a identificação, registo, análise e comunicação da legislação e de outros requisitos aplicáveis em matéria de SST.

Alguns destes procedimentos operacionalizam-se através de Instruções de Trabalho (ITGS):

- Controlo e Distribuição de EPI's

Objectivo: Definir a prática aplicável ao controlo e distribuição de equipamento de protecção individual aos trabalhadores.

- Participação, Registo e Investigação de Incidentes de Trabalho

Objectivo: Estabelecer a metodologia para a participação, registo e investigação de incidentes de trabalho.

- Tratamento Estatístico da Sinistralidade

Objectivo: Estabelecer a metodologia para a recolha, cálculo e tratamento dos dados de sinistralidade laboral.

- Gestão de Produtos, Substâncias e Preparações Perigosas

Objectivo: Definir as regras gerais de aprovisionamento e armazenagem de produtos químicos e outras substâncias perigosas.

- Elaboração do Plano de Emergência Interno

Objectivo: Definir as regras para a elaboração do Plano de Emergência Interno.

- Visitas Inspectivas de SST

Objectivo: Definir a metodologia para a realização das visitas inspectivas de SST.

Para operacionalizar os procedimentos e as instruções de trabalho, o SGSST aplica modelos, tais como registos, programas, planos, relatórios, listagens, procedimentos, fichas, matrizes, controlos, notificações, verificações e indicadores.

Capítulo 5

Implementação do *Lean Construction*

5. IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*

5.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se evidenciar os benefícios do sistema de gestão *Lean* quando aplicado ao sector da construção, nomeadamente ao sistema de gestão da segurança.

Tendo em conta os problemas e opiniões apresentadas por outros estudos de implementação do *Lean*, analisados neste ponto com vista à melhoria de processos na construção, propõe-se um modelo baseado na ferramenta *Last Planner System*, com o qual se pretende introduzir princípios Lean que podem ser desenvolvidos de forma simples e eficaz, em qualquer processo construtivo, que relacionam a gestão da produção com a gestão de segurança de uma obra

A implementação do modelo será efectuada no processo de construção de obras de arte e de linhas de caminho de ferro, do troço 2 da ligação ferroviária de alta velocidade Poceirão/Caia.

5.2. Bases do modelo proposto

Uma falha de segurança no trabalho tem como origem uma falha no sistema de gestão da organização em que ocorre.

Como consequência dessas falhas podem ocorrer incidentes no trabalho que representam um defeito produzido por uma falha no processo, ou no modelo de processo. Assim, o projecto de qualquer obra, deve contribuir para reduzir o risco de incidentes de trabalho, assim como o risco de defeitos. As ferramentas utilizadas para se aplicarem os princípios *Lean*, são técnicas que podem ser usadas para avaliar e minimizar esses riscos.

As técnicas utilizadas para se implementar o *Lean*, facilitam e identificam o redesenho das parcelas de um processo que gera resíduos ou desperdícios. O primeiro passo é mapear o processo para entender como ele funciona e, em seguida, propor ajustes. Na área da segurança no trabalho, isso traduz-se em analisar o fluxo do processo e para o respectivo layout, determinar onde existem condições perigosas, eliminando-as (Marques, 2007).

A aplicação *Lean* e da ferramenta *Seis Sigma*, em conjunto, utilizam-se para facilitar o reforço de uma ampla variedade de processos, e para garantir o sucesso dos esforços de melhoria dentro de uma organização.

O *Seis Sigma* engloba uma variedade de ferramentas que são usadas para reduzir os erros de processo e defeitos de qualidade, podendo ser usadas para recolher e analisar dados sobre acidentes de trabalho e ocorrências perigosas, para avaliar as possíveis causas e determinar melhorias. Consiste numa série de passos conhecidos como DMAIC: Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Implementar e Controlar, representado na Figura 14.

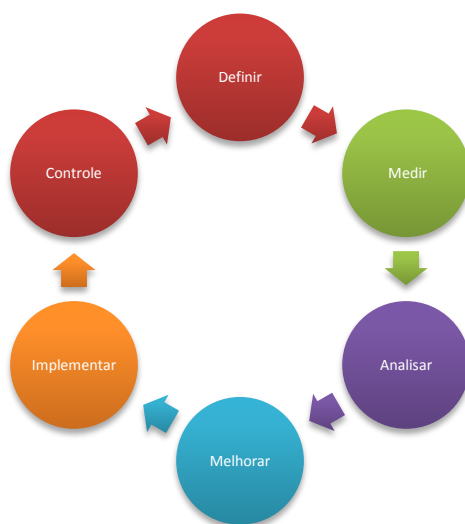


Figura 14. Etapas do ciclo *Seis Sigma*

Essas etapas traduzem-se como um esforço de melhoria de processos, e todas são necessárias para avaliar possíveis fontes de erros, defeitos ou riscos. A partir daí, são recomendadas melhorias, implementadas e avaliadas. As ferramentas utilizadas no Seis Sigma incluem o índice Percentual de Trabalho Realizado (PTR), planeamento de experiência e ferramentas individuais de análise estatística.

Usando o *Lean* para identificar perigos e analisar riscos que podem originar acidentes de trabalho, fornece-se uma oportunidade para avaliar questões da segurança e saúde no trabalho num contexto mais amplo. Tratar acidentes como um tipo de defeito ou falha do processo permite que os trabalhadores e gestores possam ver o seu impacto na

segurança, bem como o impacto pessoal. Esta abordagem analítica baseada no desempenho proporciona uma excelente ferramenta de trabalho, para se determinarem as diligências que são necessárias para se obterem melhorias na segurança e mudar atitudes.

5.3.Objectivo do modelo

O modelo proposto de aplicação *Lean* possui o objectivo de eliminar ou diminuir os desperdícios, a variabilidade e a inflexibilidade do sistema de gestão da segurança, melhorar a comunicação interna e externa e tornar o fluxo de valor contínuo e simplificado. Pretende-se também criar uma dinâmica de aprendizagem contínua dos conceitos *Lean* e uma maior ligação dos intervenientes no processo, desenvolvendo novos “hábitos” na gestão de processos. Em suma, este modelo pretende:

- Ajudar a visualizar todas as operações de um processo;
- Identificar e reduzir desperdícios e respectivas fontes;
- Diminuir tempos de processamento, melhorando a segurança e por sua vez a qualidade do trabalho;
- Simplificar a linguagem tornando-a comum relativamente ao processo, para todos os intervenientes;
- Demonstrar ligação entre os fluxos;
- Implementar diversos princípios e conceitos *Lean*;
- Elevar os níveis de segurança na execução das actividades.

5.4.Desperdícios existentes

Dada a necessidade de rapidamente se identificarem os desperdícios que ocorrem mais usualmente na construção, analisaram-se os resultados de outros estudos. Assim sendo esta análise baseou-se nos seguintes aspectos essenciais.

- Planeamento e Estratégia;
- Organização de Obra;
- Sistema de Produção e Gestão de Matérias / Equipamentos / Mão-de-obra.

Ao nível do planeamento, no ramo da construção, é normalmente produzido um plano de trabalhos inicial, que é revisto e ajustado sempre que necessário.

Na descrição do plano de trabalhos ou seja na calendarização apresentam-se as actividades por especialidades de construção ou por obra de arte, consoante o nível de rigor exigido, recorrendo-se à construção de um Work Breakdown Structure (WBS).

Para se melhorar e otimizar qualquer planeamento de uma obra deve-se ter em atenção que:

- O planeamento deve ser o mais estruturado possível, e ter um padrão de visualização para que todos os intervenientes na obra possam ter a mesma percepção do desenrolar da empreitada. Complementado pela existência de uma boa comunicação interna entre os intervenientes e neste caso com todos os intervenientes de todas as especialidades da empreitada.
- Numa obra corrente é boa prática ter um seguimento visual do desempenho da mesma, para se ter um melhor controlo do decorrer das actividades, podendo-se concluir quanto, à eficácia do planeamento efectuado, actualizar permanentemente a evolução dos trabalhos, e ter uma leitura fácil e rápida de situações existentes, que em comparação com o planeamento inicial, permite discutir futuras actividades que requerem mais atenção, de modo a antecipar problemas.

Segundo Gonçalves (2009) o planeamento pode ser melhorado através de acções de formação em programas de planeamento, maior análise do planeamento afectado de custos, partilha de informação das diversas obras relativamente a métodos de trabalho e durações reais de actividades, de modo a que estes dados sejam normalizados no sector de planeamento central da empresa, para se criarem rotinas de controlo para a análise de desvios.

Na organização de obra compreende-se como fundamental, existir um sistema de padronização que recaia sobre procedimentos diários, semanais e mensais. Apresentam-se como pontos relevantes a limpeza do espaço, a organização da logística do estaleiro, e a interacção das diversas equipas de trabalho dentro do estaleiro bem como de materiais, apontando para uma correcta gestão de equipas de trabalho e materiais, cargas e descargas em estaleiro.

Como já descrito anteriormente, a ferramenta a promover relativamente à organização em obra seria, os 5S's sendo estes: senso da utilização (a existência do material necessário na área de trabalho), senso da organização (ferramentas arrumadas mesmo nos locais onde irão ser usadas), senso de limpeza (espaço de trabalho limpo diariamente), senso de padronização (práticas de trabalho padronizadas através de manuais de actividade), senso de auto-disciplina (revisão e manutenção dos padrões anteriores). É na produção que se encontram os maiores desperdícios, relevando-se os ligados ao processo de execução das empreitadas. Em geral, a noção de desperdícios é algo aceite como negativo que não acrescenta valor ao produto final, que aumenta os custos, e provoca atrasos. Pela definição e caracterização dos desperdícios apontados na filosofia *Lean*, as diversas condições de execução e modos de gestão, tornam mais relevantes diferentes tipos de desperdícios (Figura 15).



Figura 15. Ciclo de desperdícios

Num estaleiro de construção identificam-se como principais desperdícios:

- Movimentos e transportes desnecessários, pois provocam perda de tempo, bem como utilizam recursos de mão-de-obra, e de equipamentos, fomentam a desorganização no estaleiro e condicionam movimentos realmente necessários.
- O aprovisionamento desnecessário de materiais.

- Desperdícios directamente ligados a mão-de-obra, equipamento e material que reflectem um mau planeamento e gestão de recursos.
- Falhas de comunicação interna e deficiente preparação dos trabalhos a executar, que implicam falhas de qualidade nos produtos, necessidade de “*Rework*”.

Estes, desperdícios causam impactos negativos nas obras, principalmente no que concerne a resultados financeiros, cumprimentos de prazos e qualidade do produto final.

Para se estimar melhor o impacto dos desperdícios em obra, é necessário um controlo cuidadoso de indicadores de desempenho tais como:

- Indicadores financeiros,
- Análise de interrupções de produção e respectivas causas,
- Grau de cumprimento das acções previstas,
- Percentagem de não conformidades,
- Programas das auditorias,
- Índices de incidência de acidentes.

A pouca eficiência deste controlo ou falta de análise dos fluxos dos materiais/equipamentos em obra não permitem a percepção real do peso dos desperdícios no custo total da obra, sendo este normalmente sempre minimizado.

5.5. Metodologia

Idealizado para a dinâmica global da obra, na fase de projecto e logística, o modelo consiste na integração de ferramentas tais como o *Last Planner*, e o índice percentual de trabalho realizado (PTR), aplicados à gestão da segurança.

5.5.1. Comparação do *Lean construction* com a gestão tradicional

Segundo (Peneirol, 2007) os autores Ballard e Howell (1997) sugeriram um conceito de planeamento “com escudo” – *shielding production* - de forma a auxiliar os trabalhadores e o fluxo de produto/negócio contra as incertezas das ocorrências. O planeamento com este modelo é feito até ao último momento de decisão que precede imediatamente a execução, constituindo-se assim como a ferramenta que se encontra no nível mais diminuído da cadeia de decisão. Porém, o que se pretende obter com este modelo não são as directivas do processo de planeamento de um patamar superior até um nível inferior, mas antes resultados efectivos de melhoria da produção.

O *Lean Construction* eleva o aspecto dos amortecimentos no decorrer dos trabalhos e destaca a necessidade de fiabilidade do fluxo de produto/negócio. Os amortecimentos são por norma usados como uma medida de defesa contra a incerteza do fluxo de produto/negócio. Na construção os amortecimentos normalmente são os criados com o aprovisionamento de materiais que são guardados no estaleiro, com o aumento dos prazos de execução no calendário de planeamento, com o aumento da carga de pessoal e neste caso específico com a inexistência de acidentes de trabalho. Com o *Last Planner* é feita uma pesquisa dos pré-requisitos de uma actividade, não devendo esta ser iniciada enquanto os pontos necessários à sua concretização não estiverem satisfeitos. Assim, ao contrário de se planear com base no trabalho que deve acontecer, planeia-se sabendo-se o trabalho que pode realmente acontecer, isto é, planeia-se com realismo, pondera-se nas actividades que vão ser efectivamente executadas. As actividades que são apontadas para execução são expostas a uma avaliação qualitativa que valida a possibilidade de poderem arrancar.

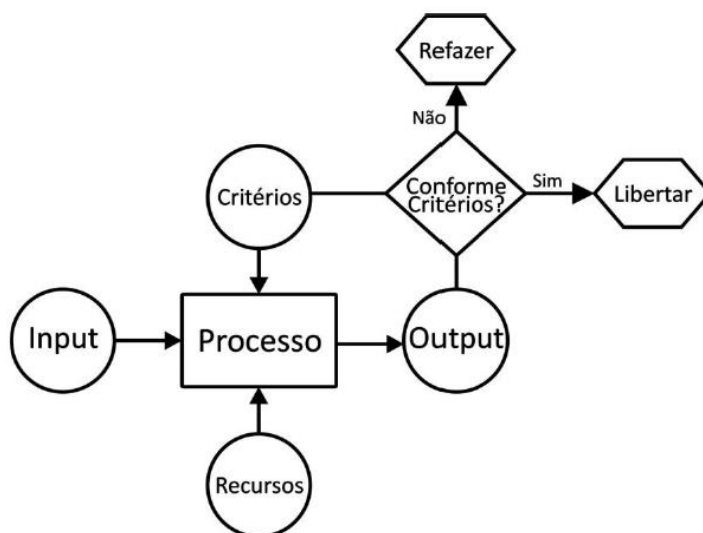


Figura 16. Modelo de Definição de Actividade (Ballard, 1999)

Ballard & Howell (1998) definem que o *Last Planner* é o planeamento das tarefas adjudicadas com qualidade. Estas adjudicações de qualidade vão proteger a produção e respectivo fluxo de trabalho dado que garantem adjudicações mais fiáveis e tal transparece como melhoria da produtividade. A actividade em questão e as das unidades que se encontram abaixo na cadeia de produção são beneficiadas. Actividades adjudicadas com qualidade só podem ser atingidas quando preenchem determinados requisitos:

Definição - A tarefa tem de ser suficientemente específica para que possa ser apontado o tipo e quantidade de materiais, para que o trabalho possa ser coordenado entre os agentes envolvidos, e para que se possa dizer no final da semana se o trabalho foi ou não concluído.

Fiabilidade – A tarefa agendada é fiável de se executar? Por exemplo, todos os materiais estão disponíveis? O trabalho de preparação de arranque da actividade está completo? Todos os pré-requisitos estão satisfeitos?

Sequência – As várias tarefas são seleccionadas a partir daquelas que são fiáveis segundo a ordem de construção necessária, quer à unidade de produção quer ao processo do cliente? Outras tarefas de menor prioridade estão identificadas enquanto reserva de trabalho, ou seja, são tidas como tarefas de qualidade adicionais disponíveis nos caso das tarefas a executar falharem ou da produtividade exceder as expectativas?

Tamanho – Estão as tarefas adjudicadas pensadas em termos de tamanho conforme a capacidade de produção de cada equipa e em termos de possibilidade de execução de prazo? A tarefa está a produzir em tamanho e formato suficiente para as necessidades da próxima actividade?

Aprendizagem – As tarefas que não são concluídas na semana planeada são analisadas e as causas do atraso identificadas?

Apresenta se de seguida a comparação dos processos de planeamento tradicional e *Last Planner*, nos quais se ilustra o que anteriormente se referiu.

O mesmo acontece com a segurança, as actividades só se podem admitir para a realização quando preenchem determinados requisitos.



Figura 17. Processo Tradicional de Planeamento (Ballard & Howell, 1997)

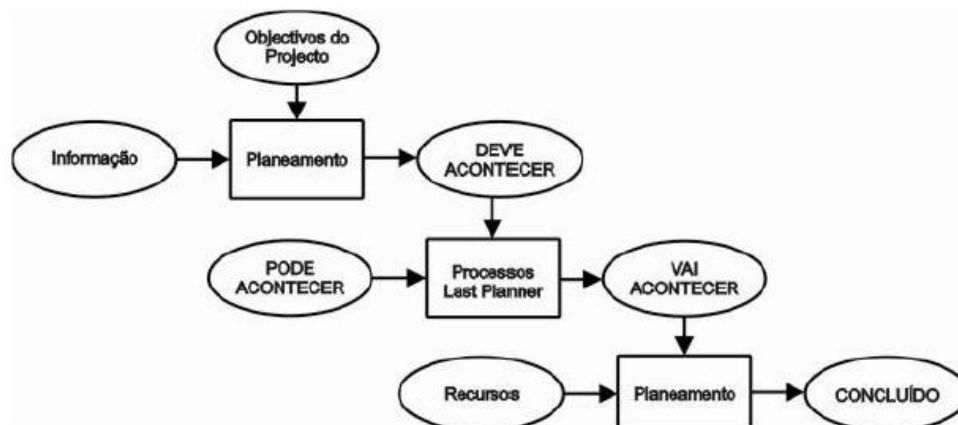


Figura 18. Processo Last Planner (Ballard & Howell, 1997)

Segundo Koskela e Howell (2002), ao nível do planeamento, o *Last Planner* classifica as actividades planeadas enquanto “deve acontecer”, “pode acontecer” e “irá acontecer”. As actividades tiradas dos planeamentos de nível superior pertencem à categoria “deve acontecer”. Com o planeamento de antevisão de cerca de um mês, mês e meio que abrange 3 a 12 semanas, trabalha-se de forma a verificar que os pré-requisitos das actividades que estão prestes a iniciar são resolvidos. Noutras palavras significa dizer se foram transferidas as actividades para a categoria “pode acontecer”. Na prática trata-se de um sistema *pull*, (puxar) que funciona como um instrumento que garante a verificação dos pré-requisitos das actividades que irão acontecer. Interpretando teoricamente, o plano de antevisão pretende sincronizar o plano estabelecido e a situação real. “Deve acontecer” representa a actividade em plano, “pode acontecer” é a actividade que efectivamente pode ser iniciada. Somente as actividades em situação “pode acontecer” são transferidas para “irá acontecer”. Vendo sob o ponto de vista teórico, esta fase é semelhante ao modelo de acção através da linguagem em que a comunicação é um processo com dois sentidos. O compromisso é criado para a realização das tarefas conforme o planeamento “conversado”, e os planos preparados por uma equipa são entendidos como promessas para os outros, trazendo a obrigação de reportar a conclusão das tarefas. Esta técnica está esquematicamente representada na Figura 16 (Lauri Koskela & Howell, 2002). Assim, há um contraponto com o sistema convencional em que o plano empurra uma tarefa a ser iniciada após outra ter acontecido (sistema *push*). Só a categoria “deve acontecer” é reconhecida (Figura 17). Esta visão da produção pode levar a que haja trabalho a ser executado antes de ser necessário, o que pode criar problemas tais como a utilização de recursos em algumas actividades que seriam melhor empregues noutras, ou o excesso de pessoal num mesmo espaço, ou ainda o trabalho refeito devido a mudanças subsequentes. Os planos Lean do *Last Planner* aplicam o conceito “puxe”, que basicamente define que uma actividade não é realizada até que seja necessário facilitar a actividade que a sucede. Como é demonstrado na Figura 18 o *Last Planner* utiliza uma perspectiva “pode acontecer”, que liberta apenas trabalho que pode ser executado em contraste com a perspectiva “devia acontecer” (G. Ballard & Howell, 1997).

5.5.2. Caracterização das ferramentas criadas

5.5.2.1. Planeamento

O planeamento é uma ferramenta crítica para que a obra decorra dentro do previsto. Em projecto é apontado um planeamento geral, com as actividades principais para a execução dos trabalhos. Em fase de obra este é detalhado.

Tornando-se crucial o entendimento do planeamento geral a par do planeamento mais detalhado, a gestão do planeamento e do caminho crítico.

5.5.2.1. *Last Planner System* – Mapa de controlo Semanal

No decorrer da obra, são realizadas reuniões semanais para controlo e discussão da obra. Estas vão servir para, analisar o contrato, alterações ou novas definições do projecto, questões sobre a segurança, ambiente e qualidade de obra, questões relevantes sobre o estaleiro, o acompanhamento da obra, actividades previstas através do plano de trabalhos, materiais e a discussão de aspectos técnicos.

No entanto, o planeamento assume a primazia em todas as reuniões e é neste espaço que são analisadas as actividades a executar a curto prazo. Salienta-se que a excelência da produção é conseguir o seu produto final com a máxima qualidade, atendendo a que não tenha ocorrido nenhum acidente de trabalho.

As actividades são analisadas ao pormenor tendo em conta os seus constrangimentos.

Desta forma, é sugerido como melhoria do sistema de gestão da segurança um mapa de controlo semanal que prevê os trabalhos a realizar na semana seguinte.

Assim, nas reuniões de planeamento serão discutidas e analisadas, para cada actividade, as definições do projecto, dependências entre actividades, trabalhos preparatórios e questões técnicas.

Com base nessa análise deve-se preencher, o mapa de controlo semanal (Figura 19), com os constrangimentos detectados na zona de “verificação dos riscos de arranque da actividade”. A Figura 19 representa o mapa de controlo semanal sugerido que está dividido em 6 partes distintas.

Lote: _____
 Localização: _____
 Nº Semana: _____ Semana: ____/____ a ____/____

Descrição da actividade a concluir na semana			Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																								
			Realização					Obra				Segurança					Avaliação										
Nº Semana	Nº	Actividade	Responsável de Execução	Local	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	Nº actividade precedente	Materiais	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condiç. anteriores	Recursos especiais	Existência da actividade no PSS	PES aprovado	IPAC/D aprovado	PRP distribuída	Formação dada	Protecção colectiva	EPI's necessários	Controlo	Explicação dos riscos	
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											

Figura 19. Mapa de controlo semanal (adaptado de (Mendonça, 2009))

A primeira secção representa o número da semana e as datas correspondentes. Tendo em consideração que a semana a analisar na reunião de obra deve corresponder à semana de trabalho seguinte.

A segunda corresponde à descrição da actividade, sendo a cada actividade atribuído um número, a responsabilidade da sua execução, e o local onde vai decorrer.

A terceira secção corresponde à data de execução da actividade durante a semana. Apresenta-se o Sábado e o Domingo pois na construção podem ocorrer trabalhos nestes dias.

Na quarta secção, que corresponde à obra, são analisadas as actividades precedentes cuja conclusão é necessária para que as actividades da semana se possam iniciar. É verificada a existência dos materiais necessários para a realização da tarefa, bem como da mão-de-obra e dos equipamentos. Em alguns casos aconselha-se a verificação do projecto (pormenores de execução, erros e omissões) e pondera-se sobre o espaço físico onde estas actividades vão decorrer. Afere-se a existência de condicionalismos que podem perturbar a realização da actividade e a necessidade de recursos especiais.

A secção 5 corresponde à verificação da segurança, fazendo corresponder as actividades com os trabalhos previstos no plano de segurança e saúde (PSS), verifica-se se o

procedimento específico de segurança (PES) da actividade e a identificação dos perigos, apreciação do risco e definição de controlo (IPACRD), estão aprovados pela fiscalização da obra (representante do dono de obra). Verificam-se se foi dada aos trabalhadores a formação e informação necessária para a realização da tarefa e se foram distribuídos os equipamentos de protecção individual (EPI). Ao último campo corresponde a verificação se as medidas de protecção colectiva previstas para a realização da actividade estão providenciadas.

Nesta secção relativa à segurança teve-se em conta os elementos contemplados actualmente pelo SGSST da Soares da Costa, SA, dado que este é o sistema que está previsto ser aplicado na obra.

Após preenchimento destes campos, na secção 6 faz-se a avaliação dos riscos para o início da actividade. Caso a alteração de algum dos pontos anteriores seja reconhecido é descrito o problema no campo “explicação de riscos”. O campo de controlo é um indicador visual que pode ter as seguintes cores:

- Verde: a actividade não tem riscos associados ao seu arranque;
- Amarelo: existem riscos que podem ser colmatados antes do arranque de actividade;
- Vermelho: a actividade não pode arrancar por não estarem reunidas todas as condições.

O referido mapa dever ser preenchido de cima para baixo e da esquerda para a direita.

Recomenda-se que só se assinalem os campos que não se encontrem em conformidade, pois, caso contrário, ir-se-ia sobrecarregar o mapa desnecessariamente.

Com este mapa pretende-se proteger o fluxo de trabalho semanal, garantindo qualidade de execução e acima de tudo segurança máxima. Para se obter o retorno da informação de cada actividade, o mapa é dotado de uma secção de controlo que permite medir a evolução do planeamento e apontar as razões para a não conclusão dos trabalhos. Esta informação poderá ser muito útil para melhorar aspectos no decurso da obra ou em obras futuras.

Na Figura 20 estão representados os campos que correspondem ao controlo de cada actividade. Seguindo o raciocínio descrito anteriormente, depois da actividade concluída

é preenchido o campo de conclusão da actividade apontando se esta foi, ou não, realizada no prazo previsto, que corresponde, respectivamente, a um sim ou não.

O tempo atribuído no planeamento a cada acção, deve ser estimado com base num rendimento linear, ou seja deve existir uma proporcionalidade entre o tempo gasto e o trabalho realizado.

Para o controlo da semana ser positivo, ter-se-á que verificar na secção 3, do mapa do controlo (Figura 19), a percentagem de trabalho realizado para a actividade em causa e, só será atribuído sim quanto à realização da tarefa, se essa percentagem de trabalho for superior ou igual à estimada para a semana.

Para o caso negativo são descritas, sucintamente, as razões para a não conclusão. Caso a actividade passe para a semana seguinte, é reagendada na coluna seguinte.

Outro indicador importante no controlo do fluxo da obra é o índice percentual de trabalho realizado (PTR). Este indicador resulta da seguinte expressão:

$$PTR = \frac{n^{\circ} \text{ de actividades concluidas}}{n^{\circ} \text{ de actividades planeadas}} \times 100$$

Para este indicador ser realista, o preenchimento da conclusão da actividade só é considerada quando a actividade estiver completamente realizada, ou seja as opções “quase” ou “está a 90%” são consideradas como não realizadas. Desta forma, o indicador confronta o trabalho realizado com o trabalho previsto nessa semana, indicando se, a fluidez da obra e os recursos disponíveis estão bem alocados às suas actividades. Quanto mais alto for o PTR maior é a produtividade e menor a imprevisibilidade dessa semana.

5.6.Síntese

A implementação dos princípios *Lean* e das ferramentas que permitem a sua aplicação, numa empreitada, permitem o alcance de vantagens que correspondem ao maximizar do lucro, eliminando o desperdício. Tenta pois eliminar-se a variabilidade dos acontecimentos e actividades de forma a manter-se um fluxo de trabalho constante e estável.

Com o auxílio de um planeamento viável, de um sistema de controlo de melhoria, consegue actuar-se pro-activamente, relativamente aos problemas que se prevejam e eliminar o risco de falha em cada actividade mesmo antes de começarem. É necessário criar método e disciplina nos participantes de forma a conseguir-se uma maior intervenção e, desta forma, ir aperfeiçoando, progressivamente, a eficácia da produção, aumentando a segurança e reduzindo as não conformidades.

O objectivo é melhorar o planeamento e o sistema de controlo da produção de forma gradual e sustentada para se obterem prazos, custos compatíveis com o planeado e, acima de tudo, garantir as melhores condições de segurança para se executar a actividade.

Capítulo 6

Aplicação exploratória da metodologia

6. APLICAÇÃO EXPLORATÓRIA DA METODOLOGIA

No presente capítulo, vai-se aplicar o mapa de controlo semanal e o índice percentual de trabalho realizado, em duas especialidades distintas da obra objecto de estudo.

Atendendo ao volume de trabalho, escolheram-se as especialidades de maior relevo na obra: a construção de obras de arte e a construção de plena via de alta velocidade (linha corrida), com o objectivo de se exemplificar o uso das ferramentas propostas e evidenciar alguns desperdícios possíveis de ocorrerem nessas actividades.

6.1. Aplicação da metodologia proposta

6.1.1. Obras de arte

No presente ponto vai-se abordar a construção de uma obra de arte especial, escolhida aleatoriamente, com o intuito de evidenciar possíveis melhorias do sistema de gestão de segurança, através da aplicação de planeamento proposta.

Para a implementação da metodologia recorreu-se ao planeamento da obra de arte e identificaram-se as suas actividades, bem como o seu caminho crítico.

Estipulou-se uma data de início e de fim da execução e retiraram-se conclusões relativamente à adequabilidade do método.

A obra escolhida para a implementação da ferramenta, foi o viaduto denominado de V.A6 (C1) que se localiza no km 80+817 ou entre os kms 3+565,396 e os 3+754,419 do Lote C1 (Lote 2). É constituído por 4 vãos de 45+2*49,5+45 com altura máxima de 7,50 metros. Para esta obra, preconizam-se fundações directas para os pilares e encontros, no máximo a 3m de profundidade. Os encontros serão do tipo cofre com pilares em pirâmide, o tabuleiro será em estrutura mista, vigas metálicas e tabuleiro de betão armado. A obra atravessa com grande viés a auto-estrada A6, numa zona plana.

Devido aos condicionamentos de tráfego associados à Auto-Estrada A6, a superestrutura foi projectada em elementos pré-fabricados de aço e betão, montada com

grua, tramo a tramo, de modo a que os trabalhos possam ser executados sem interferências com o tráfego, excepto em períodos nocturnos curtos, durante a elevação e montagem das estruturas metálicas. A execução das lajes de tabuleiro deverá ter em conta os condicionamentos decorrentes do tráfego existente na A6.

6.1.1.1. Conceção Geral da Obra

A concepção estrutural adoptada para esta obra de arte consiste num tabuleiro contínuo de 4 vãos (Figura 21) cuja extensão se distribui em $45,9 + 2 \times 49,50 + 45,0 = 189,0\text{m}$.

O perfil transversal sobre a obra de arte deverá integrar uma Linha de Alta Velocidade com via-dupla o que, atendendo à solução estrutural proposta, configura um tabuleiro com uma largura total de 15,7m. Essa largura foi estabelecida de modo a, tendo em conta a curvatura em planta da directriz, conseguir respeitar os requisitos funcionais e ao mesmo tempo garantir a viabilidade de executar treliças rectas, por razões de facilidade construtiva e bom funcionamento estrutural. O viaduto apresenta um comprimento de 189 metros e uma largura de 15,7metros perfazendo uma área de 2 967,30 metros quadrados.

A superestrutura é constituída por um tabuleiro em treliça mista aço-betão, sendo a treliça, uma treliça tipo Warren, com cordas tubulares e diagonais em I em secção soldada. As diagonais garantem por si só a estabilidade transversal da corda superior da treliça.

O tabuleiro onde assentam as vias-férreas é constituído por uma laje de betão armado suportado transversalmente por carlingas de secção variável, ligadas monoliticamente às cordas inferiores das treliças.

As carlingas são colocadas segundo a normal às cordas e com nós de ligação coincidentes com os nós das treliças.

As fundações dos pilares são directas constituídas por sapatas, a uma profundidade de cerca de 3,0m.

O tabuleiro é fixo em dois pilares por treliça, absorvendo aí parcialmente as acções de arranque e frenagem. Para reduzir os deslocamentos longitudinais devidos às acções de arranque/frenagem, os quais, por se tratar de uma obra sem aparelhos de dilatação de via, têm de ser reduzidos a 5mm nas juntas de dilatação, introduziram-se em cada um dos encontros 2 amortecedores elásticos (ou elastoplásticos), de duplo efeito com rigidez de 50kN/mm cada um. Cada um desses amortecedores pode ser realizado por um ou mais amortecedores do tipo elastomérico ou mecânico, de modo a conseguir materializar a rigidez necessária.

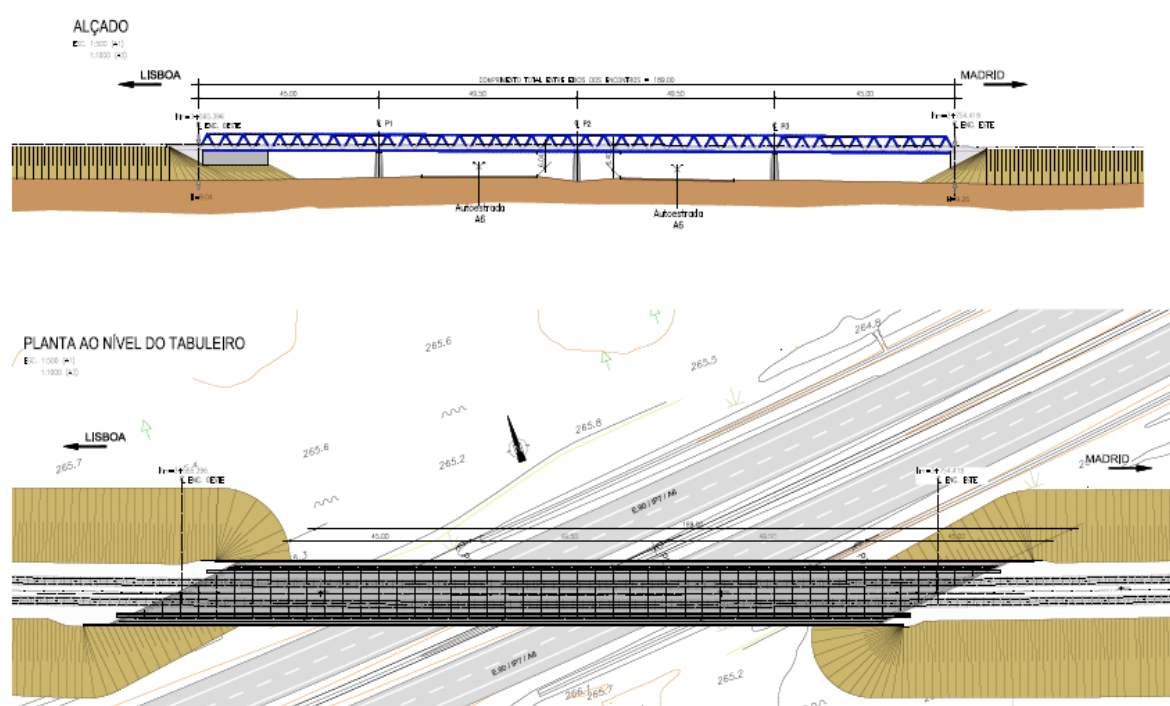


Figura 21. Esboço da obra de arte

6.1.1.2. Processo construtivo

A solução construtiva deverá recorrer à montagem através de grua da superestrutura metálica. A laje do tabuleiro será betonada *in situ* com recurso a cofragem fixa à estrutura metálica, ou executada sobre pré-lajes pré-fabricadas não colaborantes.

A montagem da estrutura metálica do tabuleiro, é feita com solidarização sucessiva de troços contínuos e juntas de montagem a definir em projecto de execução. As juntas de montagem em obra serão executadas por soldadura com penetração total. O controlo de

qualidade das soldaduras será efectuado através de ultrasons, ou de radiografia em soldaduras com penetração total e líquidos penetrantes em cordões de ângulo.

A betonagem da laje de tabuleiro, sobre moldes amovíveis ou pré-lajes não colaborantes, só deverá iniciar-se após a montagem de toda a estrutura metálica.

A execução de pilares e encontros é feita por métodos tradicionais (betonagem in situ).

6.1.1.1. Materiais

A escolha dos materiais a utilizar na execução da obra foi condicionada pela necessidade de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade da obra. Nesse sentido prescrevem-se betões de classes superiores às mínimas regulamentares, indicando-se também as respectivas classes de exposição (Tabela 5). Para efeitos da prescrição dos parâmetros que controlam a durabilidade dos materiais, estabeleceu-se a Vida Útil da obra em 100 anos.

Tabela 5. Classes de betão a utilizar no viaduto sobre a A6

Betão				
		Eurocódigo		REBAP
Encontros				
	Regularização	C16/20	X0	B20
	Sapatas	C30/37	XC2	B35
	Elevação	C30/37	XC4	B35
Pilares				
	Sapatas	C30/37	XC2	B35
	Elevação	C35/45	XC4	B40
	Elevação Pilares em Lâmina	C40/50	XC4	B45
Tabuleiro				
	Betonado in situ	C40/50	XC4	B45
	Vigas pré-fabricadas	C50/60	XC4	B55

Tabela 6. Aço a utilizar no viaduto sobre a A6

Aços	
Armaduras ordinárias	A500NR SD (LNEC E460)
Armaduras de pré-esforço	ST 1670/1860 (EURONORM 10138)
Elementos metálicos	S235 JR (EN 10025-2)
Aços em estruturas metálicas	
Em chapas de secções soldadas	S355 N para $t < 80$ mm (EN 10025-3)
	S355 NL para $t > 80$ mm (EN 10025-3)

6.1.1.1. Caracterização das tarefas

Para a implementação da ferramenta proposta começou-se por analisar o planeamento existente para a obra escolhida.

Esta análise é importante, pois a aplicação do mapa de controlo semanal implica a existência de um planeamento geral da obra, neste caso específico do viaduto (Figura 22).

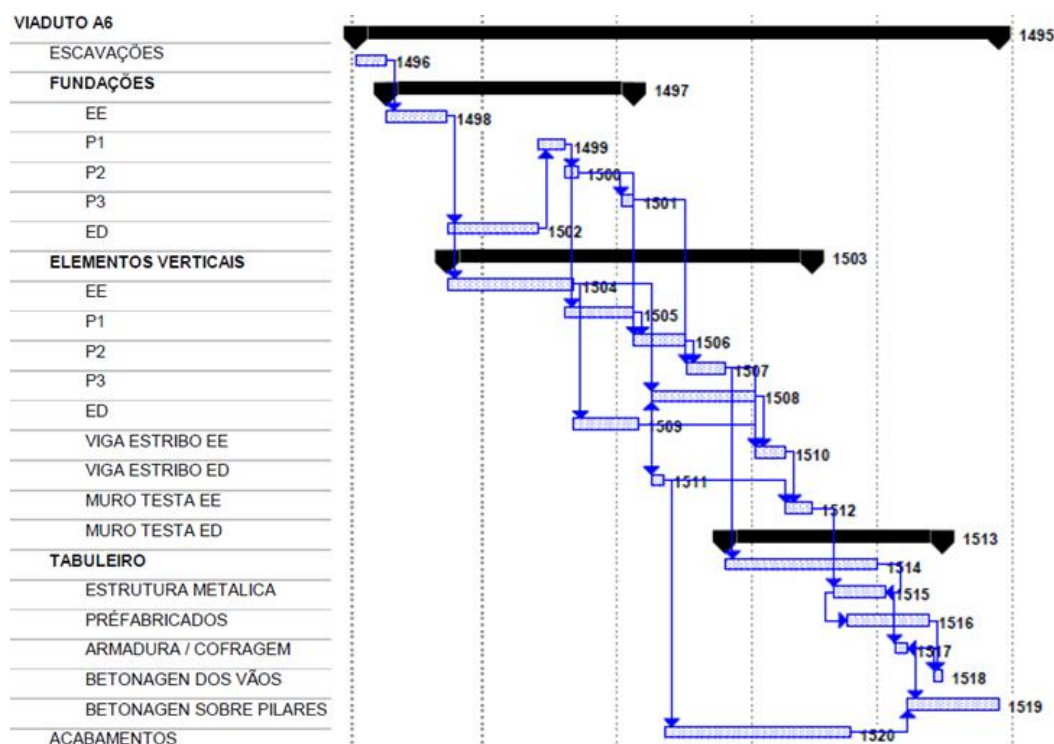


Figura 22. Planeamento do viaduto sobre a A6

A construção do viaduto em causa tem a duração de aproximadamente 86 dias que traduzido para meses representa 5 meses de construção.

O planeamento do viaduto apresenta no primeiro mês a fase das escavações, a execução das fundações do encontro esquerdo e direito e o início da construção do encontro esquerdo.

No segundo mês está estipulada, a execução das fundações dos pilares P1 e P2, o término do encontro direito e da construção do encontro esquerdo. Neste mês inicia-se a construção da viga estribo do encontro da esquerda.

No terceiro mês finaliza-se o processo da execução de fundações com o pilar P3. Conclui-se o pilar P1 e a viga estribo do encontro da esquerda. Construem-se os pilares P2 e P3, o encontro direito e o muro testa do encontro esquerdo. Neste mês iniciam-se os blocos técnicos e a estrutura metálica do tabuleiro.

No quarto mês constrói-se a viga estribo do encontro da direita e o muro testa da direita. Neste mês termina-se a estrutura metálica e os blocos técnicos. Começa-se a aplicação de pré-fabricados, bem como a montagem da cofragem e a armadura para a betonagem do tabuleiro.

Por fim, no último mês, dá-se a betonagem de vãos e pilares, entrando-se na fase de acabamentos.

Para simplificar numerou-se cada uma das actividades, para facilitar a sua utilização no mapa de controlo semanal, conforme se apresenta na Tabela 7.

Tabela 7. Numeração das actividades de construção civil

Nº da actividade	Tipo de trabalho
3	Escavações
	Fundações
4	Encontro Esquerdo
5	Pilar 1
6	Pilar 2
7	Pilar 3
8	Encontro Direito
	Elementos verticais
9	Encontro Esquerdo
10	Pilar 1
11	Pilar 2
12	Pilar 3
13	Encontro Direito
14	Viga estribo EE
15	Viga estribo ED
16	Muro testa EE
17	Muro testa ED
	Tabuleiro
18	Estrutura metálica
19	Pré-fabricados
20	Armadura / Cofragem
21	Betonagem dos vãos
22	Betonagem entre pilares
23	Acabamentos
24	Blocos técnicos

6.1.1.1. Aplicação do MCS

Indo-se aplicar o mapa de controlo a uma obra a construir, considerou-se o início da obra no dia 1 de Setembro de 2011 de acordo com o calendário apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Calendário de 2011 utilizado para os MCS

Calendário de 2011																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter

Inicialmente fez-se uma correspondência das datas com as actividades a realizar para uma melhor previsão de desperdícios no controlo semanal.

Esta correspondência é importante para se verificar a sequência das actividades, o seu enquadramento e a sua duração (Tabelas 9,10,11,12 e 13).

Tabela 9. Actividades a realizar no primeiro mês de obra (CC)

Semana nº	Mês 1				
	Setembro				
	1	2	3	4	5
Actividades	Escavações	Escavações	Fundação EE	Fundação EE	Fundação ED
		Fundação EE		Fundação ED	EE
				EE	

Tabela 10. Actividades a realizar no segundo mês de obra (CC)

Semana nº	Mês 2				
	Outubro				
	6	7	8	9	10
Actividades	Fundação P1	Fundação P1	Fundação P2	Pilar P1	Fundação P3
	Fundação ED	Fundação P2	Pilar P1	Viga estribo EE	Pilar P1
	EE	EE	Viga estribo EE		Pilar P2
		Pilar P1			Viga estribo EE

Tabela 11. Actividades a realizar no terceiro mês de obra (CC)

Semana nº	Mês 3			
	Novembro			
	11	12	13	14
Actividades	Pilar P2	Pilar P3	Pilar P3	ED
	Fundação P3	ED	ED	Estrutura metalica
	Muro Testa EE	Blocos técnicos	Blocos técnicos	Blocos técnicos
	Blocos técnicos			

Tabela 12. Actividades a realizar no quarto mês de obra (CC)

Semana nº	Mês 4			
	Dezembro			
	15	16	17	18
Actividades	ED	Viga estribo ED	muro testa ED	Estrutura metalica
	Estrutura metalica	Estrutura metalica	Estrutura metalica	Prefabricados
	Blocos técnicos	Blocos técnicos	Blocos técnicos	Armadura/cofragem

Tabela 13. Actividades a realizar no quinto mês de obra (CC)

Semana nº	Mês 5		
	Janeiro		
	19	20	21
Actividades	Prefabricados	Armadura/cofragem	Acabamentos
	Armadura/cofragem	Betonagem de pilares	
	Betonagem de vãos	Acabamentos	

Após esta distribuição semanal das actividades foi preenchido o mapa de controlo semanal para cada semana da empreitada, tendo-se tentado variar o mais possível na apreciação dos riscos, considerando a existência de riscos possíveis e correntes da actividade da construção de viadutos.

Os mapas de controlo semanal relativos às 21 semanas encontram-se no anexo B.

Verifica-se que o mapa de controlo deve ter as actividades descritas pormenorizadamente para uma melhor qualificação e prevenção de riscos e que no final da semana, é importante acabar de preencher o mapa para depois se poderem retirar as conclusões desta semana.

6.1.1.2. Aplicação exploratória do método à construção de viadutos

Apresenta-se de seguida a análise exploratória da aplicação do método, descrito no capítulo anterior. Esta ferramenta tenta otimizar a produção não deixando de parte a segurança, pois é importante perceber que ambas estão intrinsecamente relacionadas. Dado o caso de estudo ainda se encontrar em fase de projecto, durante a elaboração deste trabalho, tenta-se neste ponto efectuar uma análise exploratória do planeamento efectuado para a construção do viaduto, considerando a ocorrência de alguns dos desperdícios identificados na pesquisa bibliográfica.

O objectivo principal da implementação deste método é alertar previamente a direcção de obra relativamente a possíveis problemas que possam vir a ocorrer, relacionados com a segurança e com a produção.

Procedeu-se a uma identificação de perigos e dos riscos consequentes, inerentes às principais actividades, que se apresentam nas Tabelas do anexo D.

Com a recolha destes dados pretende-se identificar as falhas de segurança que podem ocorrer e que posteriormente podem causar atrasos na progressão da empreitada.

Identificam-se como principais desperdícios relacionados com a segurança o incumprimento relativamente às necessidades de formação, falta de EPI's, equipamentos de protecção colectiva em falta ou em estado de conservação deficiente, falhas na aprovação dos procedimentos específicos de segurança, identificação dos perigos, apreciação do risco e definição de controlo e falhas no desenvolvimento e especificação do plano de segurança e saúde da empreitada.

Na produção identificam-se como principais desperdícios, falhas de equipamentos, de mão-de-obra, de materiais, atrasos indirectos (nomeadamente autorizações, aspectos contratuais, condicionalismos ambientais, etc), condicionalismos de espaço e acessos.

De acordo com a análise das Tabelas do Anexo D de identificação de perigos e riscos e dos mapas de controlo semanal em obra Anexo B, tem que se verificar que em cada semana se encontram satisfeitas as necessidades de produção e de segurança, de acordo com o trabalho a realizar, para a semana seguinte, pressuposto que eliminará alguns desperdícios identificados na pesquisa bibliográfica.

Como o intuito de exemplificar a aplicação do mapa de controlo semanal, recorre-se ao exemplo da construção do pilar 1 em que se verifica na semana 7, mapa do Anexo B denominado de OA7, a inexistência do procedimento específico de segurança no início da actividade. Explica-se que esta actividade não terá nenhum atraso na produção devido à falta do documento da segurança, pois tal falha foi identificada atempadamente e posteriormente corrigida.

Verifica-se que no final da semana tal falha não afectou o planeamento estabelecido pois no final da semana obteve um controlo positivo.

Outro exemplo que se poderá retirar dos MCS, na semana 13, (OA13) na actividade construção do pilar 3, em que não é verificada nenhuma “anomalia” ou falha no início da semana, mas tal situação não se verifica no fim da semana. O controlo efectuado no fim da semana detecta que esta actividade teve um atraso devido a uma falha de materiais com a falta do fornecimento de betão, atribuído a falhas indirectas a

empreitada. Com este acontecimento esta actividade atrasa e é reagendada para a semana seguinte.

6.1.2. Caminho-de-ferro

6.1.2.1. Conceção Geral da Obra

Trata-se de uma obra de caminho de ferro de alta velocidade, cujo traçado permite na sua totalidade circular a 350 km/h (exceptuando os últimos 3.3 km, referentes à zona de aproximação ao Caia, onde a velocidade máxima em função do traçado é de 340 km/h). Na parte final do traçado estabelece-se uma diminuição progressiva da velocidade máxima desde a velocidade de 350 km/h até uma velocidade de 300 km/h. O traçado foi desenvolvido dentro dos corredores estabelecidos nos estudos prévios, o que impediu, em determinados lotes, alcançar os valores normais de raios em planta. Os parâmetros escala, insuficiência de escala e excesso de escala foram projectados em geral com valores inferiores ou iguais aos normais.

6.1.2.2. Materiais

Tratando-se de uma área bastante específica, optou-se por uma descrição dos materiais mais abrangente, para uma melhor percepção, indo-se ter em conta a descrição dos materiais da superestrutura, da qual fazem parte os carris, as travessas, o balastro, o material de fixação e de ligação.

Os carris são caracterizados pelo seu peso por metro linear de comprimento, sendo usado carril de 60 kg/m, para linhas de tráfego pesado. Quanto ao comprimento dos carris, estes podem vir de fábrica com vários tamanhos consoante a obra em que se vai aplicar. O seu comprimento varia entre barras de 18m e de 144m (Figura 23).

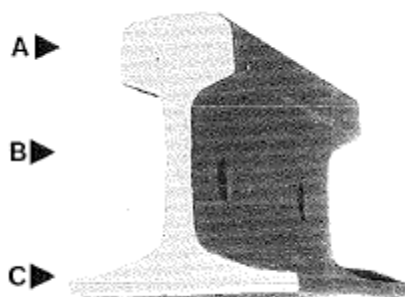


Figura 23. Carril concebido por Charles Vignole (Fernave, 2003)

A – Cabeça, face superior do carril que é a mesa de rolamento ou vapor; B – Alma, parte vertical ligando a cabeça á patilha; C – Base inferior do carril que é alargada para oferecer resistência á alteração da inclinação transversal dos carris e que assenta sobre travessas.

As travessas são o órgão intermédio da superestrutura da via e destinam-se a fixar os carris, manter a bitola e distribuir as cargas verticais provenientes do movimento dos comboios. São elementos situados transversalmente à via e que fazem a ligação entre o carril e o balastro. São caracterizadas por uma boa resistência mecânica, quer na direcção horizontal quer na vertical, assegurando a estabilidade dos carris. Na empreitada de alta velocidade vão ser usadas travessas monobloco de betão com um rigoroso controlo de qualidade de fabricação. Para além da verificação dimensional controla-se também o aço aplicado na armadura e a resistência do betão da Classe C 50/60 (Figura 24).

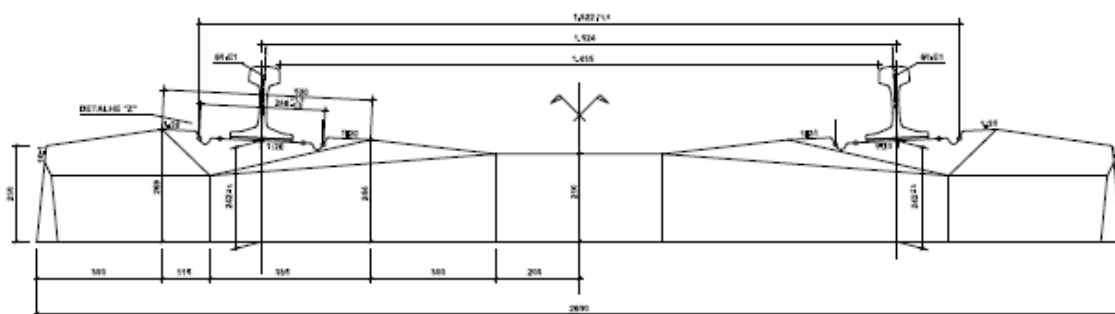


Figura 24. Travessa monobloco para alta velocidade

A camada de balastro exerce um papel muito importante relativamente à estabilidade da via, tanto vertical como horizontal. O primeiro é assegurado pela boa resistência directa deste tipo de material quando submetido a esforços de compressão, o segundo é certificado pela componente de atrito gerada entre as suas partículas e pelo seu peso.

O balastro é um elemento da superestrutura da via, normalmente constituído por pedra britada (Figura 25) e as funções que deve desempenhar são as de repartir as cargas na plataforma, para que as tensões admissíveis não sejam ultrapassadas, e conferir estabilidade à via. Para além de amortecer as acções do material circulante sobre a via e garantir níveis de conforto elevados, proporciona também a drenagem da água pluvial. Outra das suas potencialidades é o facto de permitir a reposição da qualidade geométrica da via através de meios expeditos.



Figura 25. Balastro granítico

Na construção de linhas ferroviárias a duração do ataque pesado pode ser aumentada melhorando as características do balastro. Trata-se de um elemento que tem grande influência na geometria da via. Pode ser analisado em relação à sua composição e à sua forma. As rochas para a fabricação do balastro devem ser duras e sãs. Entende-se por rocha dura aquela que revela elevada resistência ao desgaste e à fragmentação. As rochas além de duras e sãs têm também que resistir à acção dos agentes atmosféricos. Como exemplo de rochas que podem ser empregues na fabricação de balastro¹ existem os granitos, os gabros, os dioritos, os doleritos, os basaltos, e os quartezitos. O balastro deve ser composto por materiais monogranulares com partículas de dimensões estabelecidas, assegurando-se assim uma maior facilidade na realização de operações de conservação.

¹ Segundo norma técnica em vigor na REFER “Fornecimento de balastro e gravilha IT.GEO.001.02”

O balastro deve ainda obedecer a determinados valores numéricos das suas características técnicas, como a resistência mecânica, as dimensões, a granulometria, as partículas finas, e a forma. A resistência mecânica é definida tendo em conta a resistência à fragmentação e ao desgaste. A resistência à fragmentação é determinada pelo ensaio de “Los Angeles” e segundo as prescrições da norma NP EN 1097-2: 2002, e a resistência ao desgaste é determinada pelo ensaio de micro-Deval, segundo as prescrições da norma NP EN 1097-1:2002.

Quanto às características geométricas as mais importantes são as dimensões, a granulometria, as partículas finas e a forma. Em termos granulométricos o balastro é caracterizado pelos valores das dimensões máximas e mínimas: 31,5-63mm Em relação às partículas finas, deve estar isento. Quanto à forma, deve apresentar, de acordo com a norma técnica IT.GEO.001.02 “Fornecimento de balastro e gravilha”, em vigor na REFER, “ *forma poliédrica de tendência isométrica, designada por forma cúbica, de faces rugosas e arestas vivas.*”

Quando se refere a fixação, fala-se da amarração entre o carril e a travessa (Figura 26). A fixação era realizada com cavilhas donde deriva a designação de pregação, hoje em desuso. A fixação pode ser dividida em rígida e elástica, sendo a sua escolha efectuada de acordo com a sua natureza. No caso das travessas de betão a fixação tem que ser elástica. Para velocidades mais elevadas, torna-se necessária a colocação de elementos resilientes, permitindo um aumento do amortecimento provocado pelas rodas, reduzindo o atrito carril-travessa e promovendo o isolamento eléctrico dos circuitos da via. No sistema rígido, a amarração entre a travessa e o carril é feita directamente através do tirefond.

A fixação que se apresenta na Figura 26 aplica-se em travessas de betão e encontra-se em expansão em Portugal. É designada por VOSSLOH, desenvolvida pelos Alemães e adoptada pela REFER, por melhor se adaptar aos esforços desenvolvidos pelas circulações a velocidades cada vez mais elevadas, neste caso do tipo SKL 14.

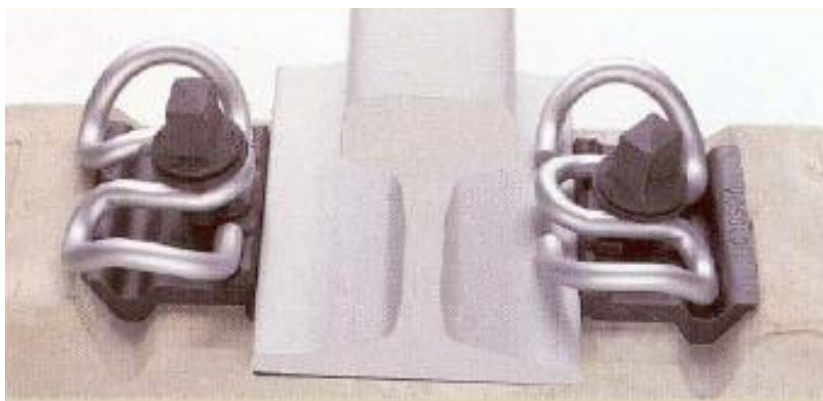


Figura 26. Fixações do tipo SKL para betão (UPV, 2008)

Entende-se por materiais de ligação, todo o material que garanta a união de dois carris sucessivos, com o mesmo perfil ou não. Assim, em fase de construção uma “junta” não é mais do que a ligação de dois carris por intermédio de duas barretas (uma de cada lado da alma do carril) com a utilização de “eclissas”, dispositivo com o perfil do carril que se aperta por debaixo da patilha (Figura 27 e 28). Refira-se que existe um vasto leque de tipos de barretas.



Figura 27. Eclissa para fixar as barretas



Figura 28. Utilização de eclissa

O processo definitivo de ligação de carris, para exploração, é a soldadura sendo os métodos mais utilizados os aluminotérmicos e os eléctricos.

6.1.2.1. Processo construtivo

Podem existir várias metodologias para a construção de via ferroviária, em função dos meios e recursos disponíveis da entidade executante. Vai-se descrever uma das metodologias mais usadas em Portugal, na construção de via convencional, pela maioria das empresas existentes. Este procedimento só se inicia depois da infra-estrutura estar completamente acabada.

Com a entrega da plataforma as construtoras ferroviárias podem iniciar a distribuição das travessas com as fixações ao longo da infra-estrutura. Estas são transportadas com o auxílio de um camião até ao local e com uma giratória rail-route, são descarregadas nas laterais da infra-estrutura, libertando o centro da mesma. Consecutivamente montam-se previamente os postes da catenária, transporta-se e descarrega-se o balastro com camiões galera, e com o recurso a uma espalhadora ou motoniveladora procede-se ao arranjo do mesmo.

Posicionam-se as travessas no devido lugar recorrendo a giratória rail-route com canga hidráulica ou com canga manual (peças que permitem movimentar as travessas). Após esta acção é descarregado o carril em barra de 108 metros o mais próximo possível da sua aplicação. Esse carril é movimentado com o auxílio de giratórias rail-route que lhe pegam com umas pinças e transporta-os para o local de aplicação. Posteriormente as barras de carril são apertadas com tirefunadoras e são colocadas as eclissas, para permitir a circulação provisória na linha de maquinaria, até serem definitivamente soldadas. Após a colocação do carril nas travessas são realizadas as soldaduras. Depois de montada a via inicia-se o ataque pesado, com a seguinte sequência de trabalhos:

- Descarga de balastro;
- Passagem de reguladora;
- Passagem de atacadeira;
- Segunda passagem de reguladora;
- Passagem de estabilizadora dinâmica.

A descarga de balastro é realizada com recurso a uma locomotiva e vários vagões balastreiros (comboio de balastro), cuja função é distribuir balastro ao longo da linha. A passagem de uma reguladora, tem como objectivo o acondicionamento do balastro para a realização do ataque pesado.

O ataque pesado efectua-se com uma atacadeira, máquina que vai conferir à linha os parâmetros de projecto quanto ao alinhamento e nivelamento. A segunda passagem da reguladora define o perfil do balastro para o local. A estabilizadora dinâmica de via, é uma máquina que simula várias passagens de comboios na linha, exercendo sobre a via uma vibração elíptica.

Este conjunto de acções é realizado tantas vezes quantas as necessárias, até que a via obtenha os parâmetros de projecto.

Após o ataque pesado, regularizam-se as barras com a libertação de tensões através da ripagem longitudinal do carril.

6.1.2.1. Aplicação do MCS

Para a aplicação do MCS à construção ferroviária, só foi delineado o planeamento para 10 km de via. Assim, tal como na obra de construção do viaduto A6 preconizou-se o início dos trabalhos para o dia 1 de Setembro de 2011.

O faseamento da empreitada teve como base as actividades enumeradas na Tabela 14.

Tabela 14. Numeração das actividades de construção ferroviária

Nº da actividade	Tipo de trabalho
1	Stock de travessas
2	Distribuição das travessas
3	Colocação dos postes da catenária
4	Camada de Sub-Balastro
5	Posicionamento das travessas
6	Descarga de carril
7	Posicionamento de carril
8	Aperto de fixações
9	Colocação de eclissas
10	Stock de balastro
11	Descarga de balastro
12	Passagem de atacadeira
13	Passagem de reguladora
14	Passagem de estabilizadora dimanica
15	Execução de soldaduras
16	Sinalização
17	Regularização de barras
18	Montagem de catenaria
19	Passagem da EM 120

O faseamento idealizado para esta construção, teve como principio a existência do Stock de travessas. Contudo, no planeamento de transporte pode-se eliminar a necessidade da existência de Stock das mesmas. Sendo este considerado um desperdício não foi considerado no mapa de controlo semanal. Assim sendo, idealizou-se que o transporte é realizado em datas compatíveis com a sua aplicação em obra. Para a consideração de construir 10 km de via, estipulou-se o prazo exequível de 2 meses.

O planeamento da construção teve como base, a calendarização das tarefas que se apresenta na Tabela 15 e 16.

Tabela 15. Actividades a realizar no primeiro mês de obra (CF)

Mês 1					
Setembro					
Semana nº	1	2	3	4	5
Actividades	Camada de Sub-Balastro	Camada de Sub-Balastro	Camada de Sub-Balastro	Camada de Sub-Balastro	Distribuição das travessas
	Posicionamento das travessas	Posicionamento das travessas	Posicionamento das travessas	Posicionamento das travessas	Posicionamento das travessas
		Descarga de carril	Descarga de carril	Descarga de carril	Posicionamento de carril
		Posicionamento de carril	Posicionamento de carril	Posicionamento de carril	Aperto de fixações
		Aperto de fixações	Aperto de fixações	Aperto de fixações	Colocação de eclissas
		Colocação de eclissas	Colocação de eclissas	Colocação de eclissas	Stock de balastro
		Stock de balastro	Stock de balastro	Stock de balastro	Descarga de balastro
		Execução de soldaduras	Descarga de balastro	Descarga de balastro	Passagem de atacadreira
			Execução de soldaduras	Execução de soldaduras	Passagem de reguladora
					Passagem de estabilizadora dimanica
					Execução de soldaduras
					Sinalização

Tabela 16. Actividades a realizar no segundo mês de obra (CF)

Semana nº	Mês 2				
	Outubro				
	6	7	8	9	10
Actividades	Distribuição das travessas	Colocação dos postes da catenária	Colocação dos postes da catenária	Colocação dos postes da catenária	Sinalização
	Colocação dos postes da catenária	Passagem de atacadeira	Sinalização	Sinalização	Regularização de barras
	Posicionamento das travessas	Passagem de reguladora	Regularização de barras	Regularização de barras	Montagem de catenária
	Posicionamento de carril	Passagem de estabilizadora dimanica	Montagem de catenária	Montagem de catenária	Passagem da EM 120
	Aperto de fixações	Sinalização	Sinalização	Sinalização	Sinalização
	Colocação de eclissas				
	Stock de balastro				
	Descarga de balastro				
	Passagem de atacadeira				
	Passagem de reguladora				
	Passagem de estabilizadora dimanica				
	Execução de soldaduras				
	Sinalização				

Com base neste planeamento preencheu-se o mapa de controlo semanal, perfazendo no total 10 semanas, que se apresenta no Anexo C.

6.1.2.2. Aplicação exploratória do método à construção de alta velocidade

De acordo com o modelo proposto e visando uma gestão integrada da produção e da segurança o MCS tenta evidenciar antecipadamente as condições que têm que estar efectivamente garantidas, para o arranque das actividades de montagem da via-férrea. A nível de produção o modelo previne se a actividade em causa tem os materiais necessários, a mão-de-obra, os equipamentos adequados, se está bem definida no projecto (peças escritas ou desenhadas), se possui o espaço disponível, se existe algum condicionalismo para a sua execução ou se são necessários recursos especiais. Na vertente da segurança, estipula-se a correcta definição no PSS, bem como todos os documentos de prevenção de segurança, a aprovação do PES da IPACRD, a correcta distribuição da FRP, a formação do pessoal, EPI's distribuídos e em bom estado de utilização, bem como se está garantida a colocação de equipamentos de protecção colectiva.

Com base nestes pressupostos faz-se uma análise antes do inicio das actividades e identifica-se e indica-se o que está em falta e o que condiciona o arranque da actividade.

Tendo como base o método construtivo descrito no ponto 6.1.2.1 "Processo construtivo", procedeu-se à identificação de perigos e dos consequentes riscos que podem ocorrer nas actividades de montagem da via-férrea conforme se indica nas Tabelas do anexo E.

Assim, com a análise das Tabelas do anexo E de identificação de perigos e riscos e dos mapas de controlo semanal em obra, tem que se apurar que em cada semana se encontram satisfeitas as exigências de produção e de segurança, de acordo com o trabalho a realizar, para a semana seguinte.

Como demonstrativo da aplicação do método, exemplifica-se de seguida para a actividade soldaduras aluminotermicas, um exemplo em que a identificação dos perigos, apreciação do risco e definição de controlo não se verificava aprovada antes da semana 2.

No caso da IPACRD não estar aprovada antes do início da actividade, esta terá de ficar bloqueada e aguardar que a situação seja regularizada. Como se verifica no MCS – MVF2, o IPACRD não foi aprovada pela fiscalização, logo esta actividade não poderá ser realizada na quinta-feira nem na sexta-feira devido a essa falha. Assim, esta actividade tem um controlo negativo no fim da semana tendo sido reagendada para a semana 3.

Outro exemplo no caso da semana 7, se acontecesse o que está registado no MCS – MVF7, para o ataque pesado, estar-se-ia perante a seguinte situação:, foi previsto inicialmente que esta actividade estaria terminada na semana 7, mas, tal situação não se verifica, pois será preciso mais passagens na via da atacadeira da reguladora e da estabilizadora dinâmica para conferir os correctos parâmetros à via. Verifica-se que a actividade em causa será reagendada para a semana seguinte.

Tal como na construção do viaduto com o preenchimento dos MCS tentou-se exemplificar um possível preenchimento dos mapas.

Tais situações são meramente exemplificativas, pois como já se referiu anteriormente, não foi possível validar tal metodologia em fase de obra. Contudo, consegue-se prever que a ferramenta poderá ajudar a direcção de obra a identificar falhas nas actividades a

executar, optimizando-se assim a gestão integrada da empreitada (produção e segurança).

6.2.Síntese

Com o intuito de melhorar o Sistema de Gestão da Segurança, implementou-se o mapa de controlo semanal, para ser aplicado nas reuniões de direcção de obra.

Com o preenchimento da referida ferramenta verificou-se que esta interliga de uma maneira bastante prática a produção de uma empreitada com os parâmetros de segurança exigidos.

Perspectiva-se que com este mapa, a gestão de obra pode prever determinadas situações relevantes, considerando os condicionalismos existentes.

Uma obra com um bom planeamento facilita o preenchimento do mapa de controlo semanal e combate o fracasso de actividades.

A informação obtida pela análise do planeamento semanal é essencial para o apuramento de responsabilidade e negociação de novos prazos de entrega.

O controlo das actividades correntes, tem de ser feito com bastante rigor para se concluir se houve ou não incumprimentos.

No caso das actividades que se prolongarem para a semana seguinte, pode-se verificar se o rendimento posterior compensa as perdas acumuladas, terminando a actividade no tempo previsto.

Capítulo 7

Conclusão

7. CONCLUSÃO

7.1.Considerações finais

Ao concluir este trabalho considera-se que foram atingidos os objectivos fundamentais inicialmente propostos, apesar da complexidade e diversidade que envolve a temática do planeamento de obra e a optimização da Gestão da Segurança.

Nesta dissertação foi proposto um modelo para a optimização da Gestão da Segurança, baseado na ferramenta *Last Planner System* e com o índice de controlo de desempenho semanal (PTR).

Apresenta-se de seguida um resumo dos principais aspectos do trabalho desenvolvido, destacando-se os principais aspectos e trabalho a desenvolver futuramente.

7.2.Dificuldades sentidas

A primeira dificuldade sentida surgiu na impossibilidade de implementar a referida ferramenta numa obra em curso, ficando-se apenas limitado à sua aplicação exploratória.

Outra dificuldade decorreu do facto de ainda existir algum desconhecimento no projecto objecto de estudo, o que condicionou o desenvolvimento e implementação das ferramentas propostas.

Verificou-se ainda que apesar da actualidade dos projectos ferroviários de alta velocidade, a nível nacional, regista-se alguma inexperience e consequentemente dificuldades no respectivo planeamento.

7.3. Conclusões finais

Com esta dissertação evidenciam-se as vantagens da implementação do método integrado de planeamento e controlo da segurança de uma obra de construção de uma via férrea de alta velocidade, através da aplicação de princípios e metodologias inovadoras.

O modelo desenvolvido nesta dissertação baseia-se nos princípios *Lean*, aplicados através das metodologias e ferramentas do sistema *Last Planner System*.

Com o modelo proposto, implementou-se um sistema integrado de planeamento e de controlo da segurança da obra objecto de estudo, relevando-se no entanto, que este sistema se pode aplicar a qualquer tipo de obra.

A aplicação do *Last Planner* neste estudo teve como principal impacto a possibilidade de antevisão das actividades que realmente podem ser efectuadas em cada semana, mediante as condições verificadas no terreno. Teve também como contribuição a análise e o registo das razões para a não conclusão de actividades programadas e a apresentação de um novo indicador de desempenho de produção o PTR. Os valores deste indicador permitem chamar a atenção para a existência de problemas que podem assim ser resolvidos em tempo real, evitando-se a sua repetição.

Numa empreitada com tal volume de trabalho é importante ter uma base de dados online em que todos os intervenientes podem ter acesso às informações necessárias, como é o caso do ACONEX.

Realça-se que ao longo deste estudo, o autor adquiriu competências crescentes não só no âmbito da gestão da segurança no trabalho mas também do planeamento de obra, evidenciando a importância da gestão destas áreas de forma integrada.

Um dos pontos fortes deste modelo é o facto de ser bastante moldável em termos de detalhes operacionais, permitindo rapidamente ajustes e de ser aplicável, como já referido, a qualquer tipo de trabalho do sector da construção, acarretando valor para as empresas através da eliminação/diminuição de desperdícios.

Também se evidencia o facto das melhorias obtidas através da aplicação do modelo proposto não requererem qualquer esforço financeiro, por parte das empresas, já que para se atingirem os respectivos objectivos, basta o empenho e treino de todos os intervenientes na aplicação dos princípios *Lean*.

7.4.Trabalhos futuros

No seguimento deste trabalho considera-se que a continuidade da aplicação da metodologia proposta, ampliando o mapa de controlo semanal à gestão da Qualidade e Ambiente, seria uma grande oportunidade de melhoria.

Após preenchimento dos mapas de controlo semanal e da sua análise compreende-se que, no caso da construção, seria também importante ter um conhecimento do PTR específico de cada actividade, possibilitando deste modo o conhecimento da sua situação semanal, o que facilitaria o seu acompanhamento no planeamento global da empreitada.

Capítulo 8

Referências bibliográficas

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, vol. 107, 223-236.
- Ballard, G., & Howell, G. (1997). Implementing lean construction: stabilizing work flow. *Lean Construction*, 101-110.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *What kind of production is construction*.
- Ballard, G., Koskela, L., Howell, G., & Zabelle, T. (2001). Production Design in Construction. *Proceedings of the 9 th International Group of Lean Construction*.
- Ballard, H. (2000). *The last planner system of production control*. Citeseer.
- Barlow, J. (1996). *Partnering, lean production and the high performance workplace*.
- Bernardes, M. M. S. (2003). *Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil*. Rio de Janeiro: LTC Editora.
- Bertelsen, S., & Koskela, L. (2002). Managing the three aspects of production in construction. *IGLC-10, Gramado, Brazil*.
- Chitla, V. (2003). *Performance Assessment Of Planning Processes During Manufactured Housing Production Operations Using Lean Production Principles*: Michigan State University. Dept. of Construction Management.
- Fernave. (2003). Manual de via.
- Fontanini, P. (2004). Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio. Dissertação de mestrado,.
- Formoso, C. T. (2000). *Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos*: NORIE/UFRGS.
- Ghinato, P. (2000). Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. *ALMEIDA, AT; SOUZA, FMC Produção e competitividade: aplicações e inovações. Recife: UFPE*.
- Gonçalves, W. (2009). Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras.
- Isatto, E., Formoso, C., De Cesare, C., Hirota, E., & Alves, T. (2000). Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. *Porto Alegre, SEBRAE/RS*.
- Junqueira, L. (2006). Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0. .
- Koskela, L. (1997). Lean production in construction. *Lean Construction*, 1–9.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. *VTT PUBLICATIONS*.
- Koskela, L., & Howell, G. (2002). *The theory of project management: Explanation to novel methods*. Paper presented at the Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction.
- Koskela, L., Howell, G., Zabelle, T., & Engineering, C. f. I. F. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*: Citeseer.
- Kurek, J. (2005). Introdução dos princípios da Filosofia de Construção Enxuta no Processo de Produção em uma Construtora em Passo Fundo-RS Dissertação (Mestrado em Engenharia). *Universidade Passo Fundo*.

- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*: McGraw-Hill Professional.
- Marques, S. (2007). *Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa*. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil., Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Mendonça, T. C. P. d. (2009). Desenvolvimento e aplicação de metodologias lean na construção. *Universidade de Aveiro*.
- NP_4397. (2008). Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho - Requisitos. Caparica: Instituto Português da Qualidades.
- NP_EN_ISO_9000. (2005). Sistemas de Gestão da Qualidade - Fundamentos e vocabulário. Caparica: Instituto Português da Qualidades.
- NP_EN_ISO_14001. (2004). Sistemas de gestão ambiental - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização Caparica: Instituto Português da Qualidades.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*: Artmed.
- OHSAS_18001. (2007). Occupational Health and Safety Assessment Series.
- Peneirol, N. L. S. (2007). Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto superior técnico da Universidade Técnica de Lisboa.
- Pereira, A. (2009). Simulação de Sistemas de Produção Lean.
- Picchi, F. (2008). Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. *Ambiente Construído*, 3(1), 7.
- Pinto, J. (2008). LEAN THINKING CRIAR VALOR ELIMINANDO DESPERDÍCIO Retrieved 5-10-10, 2010, from http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_glossario_leanthinki ng.pdf
- Refer. (2009). Instrução de Exploração Técnica 77
- Soares, A., Bernardes, M., & Formoso, C. (2002). *Improving the production planning and control system in a building company: Contributions after stabilization*.
- Tommelein, I., & Weissenberger, M. (1999). *More Just-In-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes*. Paper presented at the Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Berkeley, EUA.
- UPV. (2008). *Apuntes de la asignatura da ferrocarriles*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2005). A critical review of construction as a project-based industry: identifying paths towards a project-independent approach to construction. *Proceedings CIB Combining Forces. June, Helsinki. Forthcoming*.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2ª ed. UK: Free Press Business.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. 2003.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: Based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*: Scribner.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production--Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*: Free Press.

Anexos

Anexo A

Obras de arte do lote 2 troço Poceirão/Caia

Obras de arte do lote 2 troço Poceirão/Caia					
Obras de Arte Lote 2	Km	Comprimento	Largura	Vãos	H MAX.
LOTE B2					
P.H.B2 21-2	74969	55,00	5,20	4	4,00
P.A. B.2.4	75179	21,90	7,80	6	>5
P.H.B2 22-1	75554	63,00	2,80	2	2,00
P.A. B2.5	75705	26,00	7,80	6	>5
P.H.B2 22-4	75973	70,00	2,80	2	2,00
LOTE C					
P.H.C1 O-1	77372	44,00	2,80	2	2,00
P.I. C1-1	77396	14,10	11,20	9,6	6,41
P.S. C1-1	78317	45,00	7,60	13,5+18+13,5	10,60
P.A. C1-1	79569	19,00	7,20	6	6,16
P.H. C1 2-1	79802	36,00	4,00	3	2,00
V. A6 I	80817	189,00	15,70	45+2*49,5+45	7,50
P.A. C1-2	81552	19,00	7,20	6	5,55
P.A. C1-3	82540	19,32	7,20	6	6,34
V. RIO DEGEBE	83069	195,00	13,30	27*2+35*2+15*2+40	9,50
P.H. C1 6-1	83469	54,00	4,00	3	2,00
P.A. C1-4	83923	19,98	7,20	6	7,26
P.H. C1 6-2	84005	38,00	2,80	2	2,00
P.H. C1 6-3	84202	37,00	2,80	2	2,00
V. EN-18	84514	36,00	13,30	10+16+10	6,83
V. ESTAÇÃO EVORA	85011,5	435,00	24,30	15+5*30...5*30+15	13,70
V. RIBEIRA FREIXO-IP2	86079	614,00	13,30	27+35*16+27	13,40
V. RIBEIRA FREIXO LC	86615	78,00	7,50	24+30+24	6,70
P.S. C2-1	88396	74,20	9,10	23,5+27,2+23,5	14,97
V. RIBEIRA MACHEDE	90938	108,00	13,30	24+2*30+24	13,40
V. RIBEIRA MACHEDE LC	90938	108,00	7,50	24+2*30+24	14,70
P.S. C2-2 VIADUTO	92516	156,00	9,10	20+28*4+20	12,55
P.H. C2 6-1	93158	132,00	5,20	4	3,00
P.S. C2-3	94316	75,70	12,60	19+37,7+19	12,07
P.S. C2-4	96556	62,10	12,00	17,5+27,1+17,5	10,88
V. RIBEIRA DAS BICAS	97361	138,00	13,30	24+3*30+24	7,90
V. RIBEIRA DAS BICAS LC	97361	138,00	7,50	24+3*30+24	7,90
V. RIBEIRA PARDIELA	98178	267,00	13,30	27*6+35*3	12,60
V. RIBEIRA PARDIELA LC	98178	267,00	7,50	27*6+35*3	12,60
V. RIBEIRA PALHETA	98764	404,00	13,30	24+35*10+24	14,80
V. RIBEIRA PALHETA LC	98764	404,00	7,50	24+35*10+24	14,80
P.S. C2-5	101121	55,10	9,10	14+27,1+14	10,00
PA C2-1	102064	33,60	7,00	6	>5,5
V. DO FREIXO EN254	103071	108,00	13,30	27+54+27	12,50
V. DO FREIXO EN254 LC	103071	108,00	7,50	27+54+27	12,50
P.S. C2-6	104642	55,10	9,10	14+27,1+14	10,83
P.S. C2-7	105799	60,10	9,10	16,5+27,1+16,5	12,92
P.H. C2 19-3	106686	61,00	5,20	4	2,00
V, SÃO BENTO	107455,5	78,00	13,30	24+30+24	3,84
V, SÃO BENTO LC	107438,5	78,00	7,50	24+30+24	4,49
P.S. C2-8	108052	60,10	10,60	16,5+27,1+16,5	10,11
P.S. C2-9	108758	60,10	9,10	16,5+27,1+16,5	10,14

Obras de Arte Lote 2	Km	Comprimento	Largura	Vãos	H MAX.
P.S. C2-10	109994	55,10	9,10	14+27,1+14	10,20
P.H. C2 24-1	110802	57,00	4,00	3	2,00
P.S. C2-11	111347	55,10	9,10	14+27,1+14	10,24
P.S. C2-12	112182	62,50	12,60	17+28,5+17	10,29
P.H. C2 26-1	112822	73,00	5,20	4	3,00
V. CALADO	113084	20,00	13,30	20	8,50
V. CALADO LC	113084	20,00	7,50	20	8,50
P.S. C2-13	113582	60,10	10,50	16,5+27,1+16,5	10,05
P.H. C2 27-1	113802	45,00	2,80	2	2,00
P.S. C2-14	114360	55,10	9,10	14+27,1+14	10,16
P.H. C2 28-1	114902	111,00	7,30	6	4,00
P.S. C2-15	115319	55,10	9,10	14+27,1+14	12,10
P.H. C2 28-3	115612	86,00	4,00	3	2,00
P.H. C2 29-1	115792	96,00	5,20	4	3,00
V. EN 254	116213	48,00	13,30	13+22+13	14,10
V. EN 254 LC	116213	48,00	7,50	13+22+13	14,10
P.S. C2-16	117171	55,10	9,10	14+27,1+14	11,59
LOTE D1					
P.H. D1 0-1	118483	91,00	3,00	2	2,00
V. RIBEIRA LUCEFECE	119175	624,00	13,30	32+14*40+32	27,22
V. RIBEIRA LUCEFECE LC	119175	624,00	7,50	32+14*40+32	27,22
P.S. D1-1	120153	69,00	7,60	18+33+18	10,00
P.H. D1 2-1	120636	99,00	4,80	3,5	3,50
P.A. D1-1	122105	73,10	7,80	6	>6,5
P.H. D1 3-3	121165	111,00	4,30	3	3,00
P.H. D1 4-2	122723	69,00	2,90	2	2,00
P.S. D1-2	123270	70,60	12,54	19+32,6+19	10,00
P.H. D1 5-2	123629	96,00	4,40	3	3,40
P.H. D1 6-1	124317	93,00	3,10	2	2,00
P.A. D1-2	124424	33,25	7,80	6	>6,5
P.H. D1 6-4	124937	142,00	5,40	4	4,50
P.S. D1-3	126267	59,70	12,60	16,3+27,1+16,3	10,00
EVORA-EVORA NORTE					
P.S.P. LEE C1 Pasarela	118180	16,00	2,00	15,1	8,85
P.H. LEE C1-2	118320	14,00	2,80	2	2,00
P.S.P. LEE C2 Pasarela	118525	16,00	2,00	15,1	8,85
P.S.P. LEE C3 Pasarela	118804	16,00	2,00	15,1	8,85
P.H. LEE C1-4	118933	12,00	2,80	2	2,00
P.S. LEE C1	119200	46,00	12,00	14+18+14	11,26
P.H. LEE C1-5	119340	11,00	3,30	2,5	2,50
PONTÃO XARRAMA	119920	22,50	8,10	10,9+10,90	4,60
P.S. LEE C2	120875	46,00	12,60	14+18+14	12,62
P.S. LEE C3	122725	43,00	12,00	12,5+18+12,5	8,63
P.H. LEE C1-12	123425	11,00	2,80	2	2,00
P.H. LEE C1-13	123623	11,00	2,80	2	2,00
P.S. LEE C4	123896	48,00	12,60	14+20+14	13,32
PONTÃO DEGEBE	124525	32,80	8,10	16,40+16,40	4,50
P.S. LEE C5	124932	69,00	12,60	21+27+21	14,33

Obras de Arte Lote 2	Km	Comprimento	Largura	Vãos	H MAX.
PONTÃO VALE FIGUEIRA	125441	24,48	9,50	8	5,86

Legenda:

28	Passagem Hidraulica
9	Passagem Agricola
25	Passagem Superior
13	Viaduto de linha de alta velocidade
11	Viaduto de linha convencional
3	Passagem Superior de Peoes
3	Pontão
1	Passagem Inferior

Anexo B

Mapas de Controlo Semanal Obra de Arte Viaduto sobre a A6

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																	Controlo										
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada			
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existencia da actividade no PSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necessarios	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
3	4,2	Perimetro de segurança com guarda-corpos afastado 1,5 da crista do talude	SDC	EE	x	x	x	x	x																	x		Verificar a quantidade de guarda corpos disponiveis				
3	4,3	Montagem de cofragens das fundações	SDC	EE	x	x	x	x	x																							
3	4,4	Colocação da armadura das fundações	SDC	EE	x	x	x	x	x																							
3	4,5	Meios de acesso adequados (escada metalica ou rampa em escada)	SDC	EE	x	x	x	x	x								x											Providenciar o acesso				

[illegible]

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																		Controlo									
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada			
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existencia da actividade no PSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
4	9	EE	SDC	EE	x	x																		x	x			Falta a formação do pessoal				
4	9.1	Montagem de grua	SDC	EE	x	x						9									x		x					Inexistência do processo de montagem				

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	OA 7	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 75%

Localização: Viaduto sobre a A6

Nº Semana: 7

Semana: 10/10/11 a 14/10/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																				Controlo							
					Realização								Obra								Segurança								Avaliação		Concluída?	
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuída	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
7	5	Fundação P1	SDC	P1	x	x	x					10																				
7	6	Fundação P2	SDC	P2			x	x	x									x														
7	9	EE	SDC	EE	x	x	x																									
7	10	Pilar P1	SDC	P1				x	x												x							PES não aprovado				

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	OA 8	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 62%

Localização: Viaduto sobre a A6

Nº Semana: 8

Semana: 17/10/11 a 21/10/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																				Controlo								
					Realização								Obra								Segurança								Avaliação				Concluída?
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana	
8	6	Fundação P2	SDC	P2	x																												
8	10	Pilar P1	SDC	P1	x	x	x	x	x				x																Atraso no armazém das armaduras				
8	14	Viga estribo EE	SDC	EE	x	x	x	x	x													x							Não concluída a avaliação dos riscos				

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	OA 12	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 85%

Localização: Viaduto sobre a A6

Nº Semana: 12

Semana: 14/11/11 a 18/11/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																		Controlo										
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada				
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necesarios	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana	
12	12	Pilar P3	SDC	P2			x	x	x				x																Faltam cofagrens				
12	13	ED	SDC	ED	x	x	x	x	x																								
12	24	Blocos técnicos	SDC	EE	x	x	x	x	x									x						x									

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	OA 17	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 67%

Localização: Viaduto sobre a A6

Nº Semana: 17

Semana: 19/12/11 a 23/12/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																		Controlo										
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada				
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana	
17	16	Muro testa ED	SDC	ED	x	x	x	x	x					x												x		Problemas com a colocação das equipas					
17	18	Estrutura metalica	SDC	VA6	x	x	x	x	x																								
17	24	Blocos técnicos	SDC	ED	x	x	x	x	x																							Atraso na conclusão dos trabalhos	18

[illegible]

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	OA 20	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 80%

Localização: Viaduto sobre a A6

Nº Semana: 20

Semana: 9/1/12 a 13/1/12

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																				Controlo							
					Realização								Obra								Segurança								Avaliação		Concluída?	
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	Local	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuída	Formação dada	EPI´s necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
20	20	Armadura/cofragem	SDC	V A6	x	x	x													x												
20	20.1	Montagem dos modulos de cofragem	SDC	V A6	x	x	x																									
20	20.2	Afinação de tensores ou apoios de cofragens	SDC	V A6	x	x	x																									
20	20.3	Colocação de armadura ordinária	SDC	V A6	x	x	x																									
20	20.4	Colocação de negativos	SDC	V A6	x	x	x							x																		
20	20.5	Aplicação do pré-Esforço	SDC	V A6	x	x	x												x													
20	20.6	Verificação final	SDC	V A6		x	x												x													
20	21	Betonagem de pilares	SDC	V A6		x	x	x															x			x						
20	23	Acabamentos	SDC	V A6		x	x	x	x															x								

Anexo C

Mapas de Controlo Semanal construção de via de alta velocidade

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	MVF 1	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal Montagem de via-férrea			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 80%

Localização:

Nº Semana: 1

Semana: 1/9/11 a 2/9/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																		Controlo									
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada			
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	PK	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuida	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
1	4	Camada de Sub-Balastro						x	x				x											x								
1	5	Posicionamento das travessas						x	x												x							PES não aprovado				

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	MVF 2	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal Montagem de via-férrea			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 74%

Localização:

Nº Semana: 2

Semana: 5/9/11 a 9/9/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																				Controlo								
					Realização								Obra							Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada			
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	PK	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obre	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuída	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana	
2	4	Camada de Sub-Balastro			x	x	x	x	x																								
2	5	Posicionamento das travessas			x	x	x	x	x																	x			Providenciar mais EPI's				
2	6	Descarga de carril					x															x							Não concluída a avaliação dos riscos				
2	7	Posicionamento de carril					x	x	x																	x			Falta do avisador sonoro				
2	8	Aperto de fixações					x	x	x															x					Riscos ergonómicos				
2	9	Colocação de eclissas					x	x	x														x										
2	10	Stock de balastro			x	x	x	x	x																	x							
2	15	Execução de soldaduras						x	x													x							Inexistência da avaliação dos riscos			Falta aprovar a IPACRD	3

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	MVF 4	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal Montagem de via-férrea			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 97%

Localização:

Nº Semana: 4

Semana: 19/9/11 a 23/9/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																				Controlo								
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada				
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	PK	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materiais	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuída	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana	
4	5	Posicionamento das travessas			x	x	x	x	x																								
4	6	Descarga de carril					x																										
4	7	Posicionamento de carril			x	x	x	x	x																								
4	8	Aperto de fixações			x	x	x	x	x																								
4	9	Colocação de eclissas			x	x	x	x	x																								
4	10	Stock de balastro			x	x	x	x	x																								
4	11	Descarga de balastro			x	x	x	x	x																								
4	15	Execução de soldaduras			x	x	x	x	x																	x		Providenciar mais EPI's de soldadura					

Logotipo das empresas	PPP1 - Poceirão / Caia	MVF 8	Rev: 00	Data: __/__/__
	Mapa de Controlo Semanal Montagem de via-férrea			

Lote: 2 Sores da Costa e Lena construções

PTR 96%

Localização:

Nº Semana: 8

Semana: 17/10/11 a 21/10/11

Descrição da actividade a concluir na semana					Planeamento - Verificação dos riscos de Arranque da actividade																		Controlo									
					Realização								Obra						Segurança						Avaliação		Concluída?		Reagendada			
Nº Semana	Nº	Actividades	Responsável de Execução	PK	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	S	D	Nº actividade precedente	Materials	Mão-de-obra	Equipamentos	Projecto	Espaço	Condicionantes	Recursos especiais	Existência da actividade no DPSS	PES aprovado	IPACRD aprovado	FRP distribuída	Formação dada	EPI's necessários	Protecção colectiva	Controlo	Explicação dos riscos	Sim	Não	Razões para a não conclusão / Observações	Nº Semana
8	3	Colocação dos postes da catenária			x	x	x	x	x																							
8	12	Passagem de atacadeira			x	x																										
8	13	Passagem de reguladora			x	x																										
8	14	Passagem de estabilizadora dinâmica			x	x																										
8	16	Sinalização			x	x	x	x	x																							
8	17	Regularização de barras			x	x	x	x	x					x											x							
8	18	Montagem de catenaria			x	x	x	x	x												x			x				PES não aprovado				

Anexo D

Identificação dos Perigos e Riscos Obra de Arte

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Escavação	Ausência de delimitação de caminhos de circulação	Atropelamento, Esmagamento
	Ausência de delimitação das zonas de movimentação dos equipamentos	Atropelamento, Esmagamento
	Trabalhadores próximos das zonas de acção das máquinas	
	Ausência de sinais sonoros e luminosos	
	Taludes com inclinações muito íngremes	Esmagamento, Capotamento
	Ausência de monitorização dos taludes	Desmoronamento de terras, Esmagamento
	Sistemas de drenagem deficientes ou inexistentes	
	Existência de terrenos com deficiente capacidade de suporte	
	Depósito de materiais nas cristas dos taludes	Queda de materiais
	Ausência de delimitação das zonas de escavação	Queda em altura
	Acessos deficientes às zonas de escavação	
	Existência de equipamentos sem protecção de condutor ROPS FOPS	Capotamento, Esmagamento
	Inexistência de meios de extinção nas máquinas	Incêndio
Aterro	Trabalhadores próximos das zonas de acção das máquinas	Soterramento, Esmagamento, Atropelamento
	Existência de equipamentos sem protecção de condutor ROPS FOPS	Capotamento, Esmagamento
	Ausência de delimitação das zonas de escavação	
	Ausência de delimitação das zonas de aterro	Queda em altura
	Depósito de materiais nas cristas dos taludes	Queda de materiais
	Ausência de delimitação de caminhos de circulação	Atropelamento, Esmagamento
	Ausência de sinais sonoros e luminosos	Atropelamento, Esmagamento
Montagem dos módulos de Cofragem	Ausência de utilização de arnês e chicote	Queda em altura
	Utilização deficiente do arnês e chicote	
	Ausência de guarda corpos no topo das barcas	
	Suspensão das cargas sem delimitação da zona inferior	Esmagamento
	Ausência de delimitação da zona de elevação da cofragem	Queda de objectos
	Deficiente amarração das cargas	
	Mau estado de conservação das riostras (sistema de fixação)	Colapso do equipamento
Afinação dos tensores	Afinação dos tensores ou apoio das cofragens	Pancada, Queda em altura

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Colocação da armadura Ordinária	Suspensão das cargas sem delimitação da zona inferior	Queda de materiais
	Ausência de protecção do perímetro do tabuleiro	Queda em altura
	Existência de ferros de espera desprotegidos	Perfuração
Pré-esforço	Aplicação do pré-esforço	Perfuração
	Aplicação de calda	Lesões cutâneas
Verificação final/Betonagem	Ausência de monitorização do processo de produção	Colapso da estrutura
	Ausência de protecção do perímetro do tabuleiro	Queda em altura
	Existência de equipamentos eléctricos em mau estado de conservação	Electrização, Electrocussão
Betonagem	Desarrumação das frentes de trabalho	Queda ao mesmo nível
	Projecção de betão durante a betonagem	Lesões oculares
	Existência de equipamentos eléctricos em mau estado de conservação	Electrocussão /Electrização
Descofragem	Ausência de protecção do perímetro do tabuleiro	Queda em altura
	Deficiente fixação da cofragem durante a sua remoção	Queda de objectos
	Presença de trabalhadores na zona inferior da desmontagem da cofragem	
	Ausência de delimitação da zona de elevação da cofragem	
	Acondicionamento desorganizado dos módulos de cofragem	
Montagem de plataformas	Montagem deficiente das plataformas	Queda em altura
	Ausência parcial de assoalhamento nas plataformas	
Descofragem	Zonas de trabalho no plano inferior às plataformas	Queda de materiais
	Dificuldade de comunicação dos intervenientes	
	Mau estado de conservação dos equipamentos de carga	
	Trabalhos durante condições climáticas desfavoráveis	
	Deficiente fixação dos painéis de cofragem.	
	Suspensão de cargas	

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
---------------------	---	-----------------------

Execução de armaduras e colocação de armaduras / cofragem	Suspensão de cargas	Queda de materiais
	Dificuldade de comunicação dos intervenientes	
	Mau estado de conservação dos equipamentos de carga	
	Condições climáticas desfavoráveis	
	Transporte de materiais e equipamentos	
	Elevação desequilibrada de cargas	
	Erros de montagem	Colapso de estrutura
	Ausência de utilização de colete reflector	Atropelamento/ Esmagamento
	Ausência de sinais sonoros e luminosos nas máquinas	
	Aplicação de óleo de descofragem	Lesões cutâneas
	Desarrumação das frentes de trabalho	Queda ao mesmo nível
	Ausência de protecções nos ferros de espera	Perfuração / Corte
	Trabalhos com superfícies abrasivas e cortantes	
	Existência de equipamentos sem protecção de condutor ROPS e FOPS	Atropelamento, Capotamento, Esmagamento
	Ausência de delimitação de caminhos de circulação	
	Existência de terrenos com deficiente capacidade de suporte	
	Movimentação manual de cargas de peso superior a 20 Kg	Lesões musculó-esqueléticas

Transporte de materiais e equipamentos para a frente de trabalho.	Movimentação de equipamentos através dos caminhos criados	Colisão
	Transporte de materiais e equipamentos	Queda de objectos / Entalamento
	Dificuldade de comunicação dos intervenientes	
	Zona de operações desprotegida	
	Existência de superfícies cortantes	Cortes
	Movimentação manual de cargas	Lesões musculó-esqueléticas
	Armazenamento dos materiais e equipamentos longe da frente de trabalho	
	Movimentação manual de cargas de peso superior a 20 Kg	
	Movimentação manual de cargas por distâncias grandes	
	Movimentação manual de materiais e equipamentos de equilíbrio instável ou de difícil apoio	
	Não utilização de equipamentos de protecção individuais	
	Desorganização da frente de trabalho	Queda ao mesmo nível

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Descofragem	Zonas de trabalho no plano inferior às plataformas	Queda de materiais
	Dificuldade de comunicação dos intervenientes	
	Mau estado de conservação dos equipamentos de carga	
	Trabalhos durante condições climáticas desfavoráveis	
	Deficiente fixação dos painéis de cofragem.	
	Suspensão de cargas	
Montagem da Estrutura	Montagem da estrutura do nível seguinte sem conclusão do nível anterior	Queda em altura.
	Colocação de plataformas não conformes	
	Montagem das plataformas demasiado afastadas da estrutura	
	Inexistência de escadas de acesso	
	Inexistência de guarda corpos	
	Não utilização de equipamentos de protecção individual	
	Alçapões de acesso coincidentes entre dois níveis sucessivos	
	Mau estado de conservação dos andaimes	Colapso da estrutura
	Inexistência de verificação do equipamento	
	Inexistência de cordas guia	
	Montagem da estrutura junto ao coroamento de taludes	
	Ausência de relatórios de inspecção aos andaimes	
	Base dos andaimes em terreno pouco compacto	
	Ausência de sinalização da zona de trabalho	Queda de objectos.
	Arremesso de objectos	
	Zonas de trabalho na zona inferior às plataformas dos andaimes	
	Ausência de rodapés	
	Transporte de materiais e equipamentos	
	Suspensão de cargas	
	Deficiente comunicação entre os trabalhadores	
	Mau estado de conservação dos equipamentos de carga	
	Presença de linhas eléctricas	Electrização, Electrocussão
	Desorganização da frente de trabalho	Queda ao mesmo nível.
	Ausência de protecções a delimitar as estruturas	Colisão
Utilização da estrutura	Trabalhos durante condições climáticas desfavoráveis	Colapso da estrutura
	Ausência de manutenção aos andaimes	

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Desmontagem de andaime	Existência de andaimes parcialmente desmontados	Queda em altura
	Ausência de utilização EPI's	
	Desmontagem não sequencial do andaime, do nível superior para o inferior	Colapso da estrutura
	Remoção das ancoragens sem desmontagem completa do andaime	
	Ausência de sinalização da zona de trabalho	Queda de objectos.
	Arremesso de objectos	
	Zonas de trabalho imediatamente abaixo dos andaimes	
	Transporte de materiais e equipamentos	
	Mau estado de conservação dos equipamentos de carga	
	Suspensão de cargas	
	Deficiente comunicação entre os trabalhadores	
	Suspensão de cargas	
	Ausência de utilização EPI's	Cortes
	Desorganização da frente de trabalho	Queda ao mesmo nível.
	Movimentação manual de cargas	Lesões musculó-esqueléticas.
	Movimentação manual de cargas de peso superior a 20 Kg	
	Movimentação manual de cargas	
	Movimentação manual de materiais e equipamentos de equilíbrio instável ou de difícil apoio	
	Zonas de circulação obstruídas	
	Ausência de utilização EPI's	
	Manuseamento de cargas suspensas	Entalamento

Anexo E

Identificação dos Perigos e Riscos Via-férrea

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Deslocação de Pessoas	Marcha sobre a Via ou Plataforma	Queda de pessoas ao mesmo nível
		Queda de pessoas nível diferente
Carga, descarga e distribuição de materiais de via (Carril e travessas)	Circulação Ferroviária (rail-route, locomotiva, vagões portico de carril)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
	Manuseamento de Ferramentas e Materiais	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
		Queda de objectos em manipulação
		Queda de pessoas ao mesmo nível
		Choque ou pancada por objectos móveis (Ex.: dos equipamentos suspensos no braço móvel)
Corrimento de carril	Circulação de Máquinas (equipamentos da obra, etc)	Queda de pessoas ao mesmo nível
		Lesões músculo-esqueléticas
		Pancadas e cortes por objectos ou ferramentas
		Entalamento ou esmagamento por ou entre objectos
	Exposição ao ruído (ex: tirefonadora, etc)	Exposição ao ruído
Descarga de balastro	Circulação de Máquinas (equipamentos da obra, etc)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
		Pancada, entalamento ou esmagamento por ou entre objectos (entre os equipamentos e os seus apoios, e equipamentos e ferramentas e/ou materiais)
		Projectção e queda de materiais (ex.: balastro)
		Queda de pessoas a nível diferente (resultante do acto de subir e descer do vagão)
		Queda de pessoas ao mesmo nível
		Pancadas e cortes por objectos ou ferramentas
	Exposição ao balastro	Inalação de poeiras
Montagem de Via	Circulação Ferroviária (rail-route)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
	Movimentação de Materiais	Sobre-esforços e Posturas Inadequadas
		Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
		Incêndio
		Explosão
		Queimaduras oculares provocadas por calor ou fumos; Queimaduras provocadas por projecção de fragmentos incandescentes; Incêndio.
		Choque ou pancada por objectos móveis (Ex.: dos equipamentos suspensos no braço móvel)
		Queda de pessoas ao mesmo nível
		Entalamento ou esmagamento por ou entre objectos (entre material e o solo.)
		Pancadas e cortes por objectos ou ferramentas
		Queda de objectos em manipulação (ferramentas e material que pode cair a quando da execução de trabalho)
	Orgãos mecânicos móveis (crivo, corrente, tapetes, motor)	Exposição a vibrações
	Equipamentos ligeiros (ex: tirefonadora; pulsor; máquina de cortar carril, etc)	Exposição ao ruído

ACTIVIDADE / TAREFA	IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO / CONDIÇÃO PERIGOSA	DANO / EFEITO / RISCO
Soldadura Aluminotérmica	Circulação Ferroviária (todo o tipo de máquinas)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
	Utilização de substancias perigosas (oxigénio; propano; carga aluminotérmica)	Incêndio
		Explosão
	Execução	Congestionamento ocular por luminescencia, calor e fumos
		Projecção de fragmentos ou partículas
		Contactos eléctricos
		Queimaduras
		Queda de pessoas ao mesmo nível
	Manuseamento de Ferramentas e Materiais	Entalamento ou esmagamento por ou entre objectos
		Pancadas e cortes por objectos ou ferramentas
		Queda de objectos em manipulação (ferramentas e material que pode cair a quando da execução de trabalho)
	Orgãos mecânicos (motor)	Exposição ao ruído
Ataque pesado	Circulação de Máquinas (equipamentos da obra, etc)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
		Pancada, entalamento ou esmagamento por ou entre objectos (entre os equipamentos e os seus apoios, e equipamentos e ferramentas e/ou materiais)
		Projecção de materiais
		Queda de pessoas a nível diferente (resultante do acto de subir e descer da máquina)
		Queda de pessoas ao mesmo nível
	Orgãos mecanicos móveis (ex: motor e grupo de ataque)	Exposição ao ruído
	Orgãos mecânicos móveis (crivo, corrente, tapetes, motor)	Exposição a vibrações
Regularização de Barras	Circulação Ferroviária (rail-route, locomotiva, vagões balastreiros, atacadeira, reguladora, estabilizadora, esmeriladora)	Atropelamento (devido à circulação de máquinas)
	Utilização de substâncias perigosas (oxigénio; propano; carga aluminotérmica)	Incêndio
		Explosão
	Manuseamento de Ferramentas e Materiais	Congestionamento ocular por luminescencia, calor e fumos
		Projecção de fragmentos ou partículas
		Queimaduras
		Queda de pessoas ao mesmo nível
		Entalamento ou esmagamento por ou entre objectos
		Pancadas e cortes por objectos ou ferramentas
		Queda de objectos em manipulação
	Orgãos mecânicos móveis (ex: tirefonadora; pulsor; máquina de cortar carril, etc)	Exposição ao ruído